

Aus der Milchwirtschaftlichen Abteilung
des Instituts für Tierzucht und Haustiergenetik
der Justus Liebig-Universität Gießen
(Abteilungsleiter: Prof. Dr. E. Renner)
und dem Max-Planck-Institut für Tierzucht und Tierernährung
Mariensee/Trenthorst
(Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. M. Witt)

DIE VARIABILITÄT DER EINZELNEN STICKSTOFFHALTIGEN
MILCHBESTANDTEILE UND IHRE ABHÄNGIGKEIT VON
VERSCHIEDENEN UMWELTEINFLÜSSEN

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Justus Liebig-Universität Gießen

Eingereicht
von

Franc Klobasa
geb. in Oceslavci/Jugoslawien

Gießen 1969

Aus der Milchwirtschaftlichen Abteilung
des Instituts für Tierzucht und Haustiergenetik
der Justus Liebig-Universität Gießen

Abteilungsleiter: Prof. Dr. E. Renner

und dem Max-Planck-Institut für Tierzucht und Tierernährung
Mariensee/Trenthorst

Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. M. Witt

DIE VARIABILITÄT DER EINZELNEN STICKSTOFFHALTIGEN
MILCHBESTANDTEILE UND IHRE ABHÄNGIGKEIT VON
VERSCHIEDENEN UMWELTEINFLÜSSEN

Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades
bei der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Justus Liebig-Universität Gießen

Eingereicht

von

Franz Klobasa

geb. in Očeslavci/Jugoslawien

Gießen 1969

Mit finanzieller Unterstützung durch die Deutsche
Forschungsgemeinschaft



Dekan: Prof. Dr. F. Großmann

1. Berichterstatter: Prof. Dr. E. Renner
2. Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. h.c. L. Krüger

Tag der mündlichen Prüfung: 15. Juli 1969

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Literaturübersicht	2
2.1 Über den Gehalt der Milch an Kasein	2
2.2 Über den Gehalt der Milch an Serumprotein	7
2.3 Über den Gehalt der Milch an Nichtproteinstickstoff (NPN)	10
3. Eigene Untersuchungen	12
3.1 Material und Methode	12
3.1.1 Das Tiermaterial	12
3.1.2 Methoden der Untersuchung	13
3.2 Untersuchungsergebnisse	17
3.2.1 Der Gehalt der Milch an Kasein	17
3.2.1.1 Die Veränderungen während der Laktation	17
3.2.1.2 Einfluß verschiedener Umweltfaktoren auf den Kaseingehalt	22
3.2.2 Der Gehalt der Milch an Serumprotein	27
3.2.2.1 Die Veränderungen während der Laktation	27
3.2.2.2 Einfluß verschiedener Umweltfaktoren auf den Gehalt der Milch an Serumprotein	32
3.2.3 Der Gehalt der Milch an Nichtproteinstickstoff (NPN)	35
3.2.3.1 Die Veränderungen während der Laktation	35

	Seite
3.2.3.2 Einfluß verschiedener Umweltfaktoren auf den Gehalt der Milch an NPN	39
3.2.4 Der Gehalt des Milchserums an den einzelnen Eiweißfraktionen	43
3.2.4.1 Die Veränderungen während der Laktation	43
3.2.4.2 Einfluß verschiedener Umweltfaktoren auf den Gehalt des Milchserums an den vier Eiweißfraktionen	48
3.2.5 Die Beziehungen zwischen den untersuchten Merkmalen	53
4. D i s k u s s i o n	56
5. Z u s a m m e n f a s s u n g	59
6. L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s	61
T a b e l l e n a n h a n g	

1. Einleitung

Von den Bestandteilen der Milch hat neben dem prozentischen Fettgehalt, der in vielen europäischen Ländern zur Bezahlung der erzeugten Rohmilch verwendet wird, auch das Milcheiweiß als hochwertiger Nährstoff eine besondere ernährungsphysiologische Bedeutung. In den vergangenen Jahren wurden zahlreiche Untersuchungen durchgeführt, in denen man den Eiweißgehalt der Milch im Verlauf der Laktation in unterschiedlichen Zeitintervallen bestimmte, um die Variabilität und die Einflüsse der verschiedenen Umweltfaktoren auf dieses Merkmal zu untersuchen. Diese Arbeiten waren besonders durch die Diskussionen über eine mögliche zusätzliche Bewertung der Rohmilch nach dem Eiweißgehalt erforderlich geworden und hatten daher in ihren Ergebnissen eine entsprechend große Bedeutung erlangt. Die gewonnenen Kenntnisse sind auch gegenwärtig überall dort unentbehrlich, wo man über eine zukünftige sinnvolle Auswahl geeigneter Bewertungsmaßstäbe für Rohmilch diskutiert.

Demgegenüber gibt es nur wenige Untersuchungen, in denen man die einzelnen Milcheiweißstoffe in ihrer Variabilität während der Laktation sowie die Beeinflussung dieser stickstoffhaltigen Bestandteile durch die verschiedenen Umweltfaktoren ermittelt hat.

Besonders wichtig sind dabei Kenntnisse über die Variabilität des Kaseins, das mit einem Anteil von durchschnittlich 80 % am Gesamteiweiß milchwirtschaftlich die größte Bedeutung besitzt. Weiterhin gibt es kaum Untersuchungen, in denen man bei Einzeltieren während längerer Laktationsabschnitte an einem größeren Tiermaterial die Variabilität der Serumproteine prüfte. Außerdem kommt auch dem Gehalt der Milch an Nichtproteinstickstoff (NPN) eine Bedeutung zu, weil z. B. eine Erhöhung im Gehalt der Milch an Gesamtstickstoff nicht immer mit einem

Anstieg an echten Milcheiweißstoffen verbunden sein muß. Daher haben die Beziehungen zwischen den einzelnen stickstoffhaltigen Bestandteilen, sowie zwischen diesen und dem Gehalt der Milch an Gesamteiweiß eine besondere Bedeutung, weil mögliche Unterschiede zwischen den Kühen in diesen Eigenschaften bei der Selektion auf eine optimale Nährstoffkonzentration in der Milch ausgenutzt werden könnten.

Es war daher das Ziel der vorliegenden Untersuchung, die Veränderungen im Kaseingehalt und im Gehalt des Milchserums an den einzelnen Eiweißfraktionen sowie im Anteil an Nichtproteinstickstoff während vollständiger Laktationen zu ermitteln.

Dabei sollten die wichtigsten Ursachen der Veränderungen erfaßt und die relative Einflußnahme von genetisch- und umweltbedingten Faktoren ermittelt werden. Außerdem waren die Beziehungen zwischen den einzelnen stickstoffhaltigen Bestandteilen festzustellen, um einen Einblick in die gegenseitige Abhängigkeit der untersuchten Merkmale zu erhalten.

2. L i t e r a t u r ü b e r s i c h t

2.1 Über den Gehalt der Milch an Kasein

Die in der älteren Literatur vorliegenden Ergebnisse über Untersuchungen am Kasein der Kuhmilch zeigen, daß man schon in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die große Bedeutung dieses Milchbestandteils für die Ernährung des Menschen, insbesondere im Kindesalter, allgemein erkannt hatte. Daher war man bemüht, diesen Bestandteil, der in der Kuhmilch etwa 80 % des Gesamteiweißgehaltes ausmacht, zu isolieren, gewichtsmäßig zu erfassen und in reiner Form für die Ernährung des Menschen zu verwenden. Zur Ausfällung benutzte man Essigsäure in konzentrierter oder auch verdünnter Form (MULDER 1838; SIMON 1838; HOPPE-SEYLER 1882; HAMMARSTEN 1883). Dadurch wurde die bis dahin allgemein übliche Ausfällungsmethode des Kaseins mit Hilfe der natürlichen Säuerung durch ein schnelles chemisches Ver-

fahren ersetzt. Später hatte man erkannt, daß die Ausfällung des Kaseins in Magermilch wesentlich besser als in Vollmilch verlief. Neben Essigsäure wurden auch Salzsäure (VAN SLYKE u. Mitarb. 1918; PALMER 1934) sowie Kaliumaluminiumsulfat (CROWTHER u. Mitarb. 1919) zur Ausfällung verwendet. Im Koagulat konnte dann der Gehalt an Stickstoff bestimmt und durch Multiplikation mit einem Eiweißfaktor der Kaseingehalt errechnet werden.

Die Durchführung von Serienuntersuchungen an diesem Milchbestandteil wurde jedoch dadurch erschwert, daß man mit den vorhandenen Methoden nicht in der Lage war, Milchproben in großer Zahl auf den Kaseingehalt zu untersuchen. Die in der Literatur vorliegenden Arbeiten beschränken sich daher im wesentlichen auf Bestimmungen des Kaseingehaltes bei verschiedenen Säugtierarten. Dabei hatte man erkannt, daß die Milch der Wiederkäuer einen relativ hohen Kaseinanteil von 75 - 85 % besaß, während die Milch von Nichtwiederkäuern sowie von Stuten und Eselinnen nur maximal 65 % Kasein enthielt (BLEYER 1930; ROEDER 1954). Die Milch dieser Tiere hat jedoch durchweg einen höheren Anteil an Albumin, so daß man schon frühzeitig zwischen einer Kasein- und Albuminmilch unterscheiden konnte (BLEYER 1930).

Neben den Kaseinbestimmungen in der Milch verschiedener Säugtiere befaßte man sich auch eingehend mit den physikalischen Eigenschaften des Kaseins, das für bestimmte Industriezwecke schon frühzeitig eine Bedeutung erlangt hatte. Die umfangreichen Ergebnisse aus den physikalischen Untersuchungen haben SUTERMEISTER u. Mitarb. (1939) in einer Monographie übersichtlich zusammengestellt.

Durch die von ROWLAND (1938a und 1938b) entwickelten Ausfällungsmethoden war es möglich, nicht nur den Gehalt an Kasein, sondern auch den Gehalt an löslichen Eiweißstoffen sowie den Anteil an Nichtproteinstickstoff durch Ausfällung der Molkenproteine zu bestimmen. Für die chemische Analytik waren diese Ausfällungsmethoden ein großer Fortschritt, und viele Untersuchungen wurden mit diesen Verfahren durchgeführt, obwohl sie

für Serienuntersuchungen noch sehr aufwendig waren (AZARME 1938; NESENI u. Mitarb. 1947; COMBERG 1951; FRICKER 1952; BERGMANN u. Mitarb. 1953).

In den letzten Jahren hatte man immer wieder versucht, rationellere Methoden zur Kaseinbestimmung zu entwickeln. Besondere Beachtung haben die Vorschläge von HANSSON (1954), SCHOBER u. Mitarb. (1954), JAKUBOWSKI u. Mitarb. (1959), ASHWORTH (1965) sowie von KIRCHMEIER (1968) gefunden. Diese neuen Methoden wurden vielfach mit den klassischen Verfahren verglichen und auf ihre Genauigkeit untersucht (LEALI 1958; MUMM 1964; PROBST u. Mitarb. 1966). Obwohl von allen Vorschlägen die refraktometrischen Verfahren für Serienbestimmungen am besten geeignet zu sein scheinen, ist dennoch der methodische Aufwand so groß, daß eine allgemeine Anwendung für Serienuntersuchungen begrenzt bleiben muß. MÜNCHBERG u. Mitarb. (1969) haben beim Vergleich des von HANSSON (1954) beschriebenen Verfahrens mit der Kjeldahlmethode eine mittlere Abweichung von nur $\pm 0,04$ % Kasein festgestellt.

Obwohl diese methodischen Schwierigkeiten bei Serienbestimmungen des Kaseingehaltes der Milch bis heute nicht völlig überwunden werden konnten, gibt es dennoch im Schrifttum vereinzelt Arbeiten, in denen man versuchte, den Verlauf des Kaseingehaltes während der Laktation durch kontinuierliche Bestimmungen möglichst genau zu erfassen. So hatte AZARME (1938) bei 27 Kühen verschiedener Rassen wöchentlich den Gehalt der Milch an Kasein durch Ausfällung bestimmt. Er stellte fest, daß der Gehalt an Kasein vom Beginn der Laktation bis zur 4. Woche zunächst abfällt und danach bis zum Ende der Laktation wieder ansteigt.

Die gleichen Ergebnisse erhielten NESENI u. Mitarb. (1947), die Milchproben von 11 Kühen, die zwei verschiedenen Rassen angehörten, während der Laktation in 14-tägigen Zeitabschnitten auf den Gehalt an Kasein untersuchten. Im Durchschnitt ergab sich bei den schwarzbunten Tieren ein Kaseingehalt von 2,3 %, während der entsprechende Wert für das Fleckvieh 2,4 % betrug.

Die beschriebenen Veränderungen im Kaseingehalt während der Laktation wurden von COMBERG (1951) bestätigt, der diesen Bestandteil in der Milch von 26 schwarzbunten Kühen in 21-tägigen Zeitabschnitten bestimmte. Dabei fällte er das Kasein mit einer kaltgesättigten Alaunlösung aus und bestimmte dann im Niederschlag den Stickstoffanteil, der mit dem Eiweißfaktor 6,39 multipliziert den Kaseingehalt der Milch ergab.

Durch die Verwendung verschiedener Reagentien zur Ausfällung des Kaseins, ergaben sich unterschiedliche methodische Fehler. Diese sind auch in den Werten enthalten, die für den Anteil des Kaseins am Gesamteiweiß errechnet wurden und von 69 % bis 85 % variieren (NESENI u. Mitarb. 1947; FRICKER 1952; BERGMANN u. Mitarb. 1953; HARLAND u. Mitarb. 1955; LEALI 1958; COMBERG u. Mitarb. 1959; ANAGAMA u. Mitarb. 1960; SCHUSTER 1965).

Weitere Ergebnisse über die Variabilität des Kaseingehaltes während der Laktation wurden von COMBERG u. Mitarb. (1959), GHOSH u. Mitarb. (1964), ROOK u. Mitarb. (1965), SCHNEIDER (1966) und SEBELA (1966) mitgeteilt. In diesen Untersuchungen hat man übereinstimmend frühere Ergebnisse bestätigt, daß die niedrigsten Kaseingehalte im zweiten Laktationsmonat auftreten und danach die Konzentration von Kasein in der Milch bis zum Ende der Laktation kontinuierlich zunimmt.

Die Variabilität des Gesamteiweißgehaltes ist den Veränderungen des Kaseingehaltes sehr ähnlich. Daher bestehen auch zwischen diesen beiden Merkmalen enge korrelative Beziehungen. Für die phänotypische Korrelation wurden Werte zwischen $r = 0,85$ und $r = 0,91$ errechnet (THOME 1950; BERGMANN u. Mitarb. 1953; COMBERG u. Mitarb. 1959; SCHNEIDER 1966; PROBST u. Mitarb. 1967). Bei der Berechnung der genetischen Korrelation hatten PROBST u. Mitarb. (1967) einen Koeffizienten von 0,98 gefunden. Diese Autoren konnten außerdem die Heritabilität für dieses Merkmal auf Grund von Töchterpopulationen mit $h^2 = 0,32$ schätzen. Weiterhin hatten diese Autoren Einflüsse durch die Unterschiede zwischen Betrieben sowie zwischen Kalbezeitpunkten und Standorten ermittelt. Diese Einflüsse konnten auch in anderen Unter-

suchungen festgestellt werden, wobei man jedoch nur an extremen Standorten (steiniger Lehm) niedrigere Kaseingehalte sowohl bei Einzeltieren als auch in Sammelmilch gefunden hatte (COMBERG u. Mitarb. 1967).

Bei Vergleichen zwischen verschiedenen Rassen hat man für Jerseykühe mit durchschnittlich 2,9 % (NESENI u. Mitarb. 1952) den höchsten prozentischen Kaseingehalt und bei Schwarzbunten mit 2,3 % (NESENI u. Mitarb. 1947) den niedrigsten Gehalt an Kasein in der Milch festgestellt. Die Durchschnittswerte für Fleckvieh und für rote Dänen wurden mit 2,4 % bzw. 2,8 % ermittelt.

In Untersuchungen über den Einfluß des Alters auf den Kaseingehalt der Milch ergab sich, daß junge Kühe einen durchschnittlich höheren Gehalt in ihrer Milch besitzen als ältere Kühe (PETKOW 1967; WAITE 1968).

Über den Einfluß der Fütterung und Haltung auf den Kaseingehalt liegen nur einzelne Ergebnisse vor, die namentlich im Frühjahr beim Weideauftrieb gewonnen wurden. Dabei hat man während der ersten Weidewochen eine geringe Steigerung in der Kaseinkonzentration der Milch gegenüber den Durchschnittswerten im Stall feststellen können. Es ist jedoch nicht bekannt, ob sich dieser Anstieg darauf bezog, daß die Tiere im Stall eiweißmäßig unterversorgt waren (DAVIES u. Mitarb. 1929; NESENI u. Mitarb. 1947; JARRIGE 1953; ROOK 1953; HOLMES u. Mitarb. 1956; ROOK u. Mitarb. 1959; HIETARANTA u. Mitarb. 1962).

Diese Möglichkeit wird durch die Untersuchungen von COMBERG u. Mitarb. (1959) angedeutet, in denen eine nicht optimale Fütterung zu einer Verringerung im Kaseingehalt der Milch führte.

Auch bei der Verfütterung von Harnstoff soll sich die Kaseinkonzentration der Milch um 0,1 % erhöhen (KARISCHEWA 1962). POLITIEK (1966) hatte bei Rübenfütterung ebenfalls einen Anstieg im Kaseingehalt der Milch festgestellt.

In einer Arbeit von KÄSTLI u. Mitarb. (1966) wurde der Einfluß einer Maul- und Klauenseucheschutzimpfung auf die Zusammensetzung der Milch, insbesondere auf ihre stickstoffhaltigen Bestandteile, untersucht. Es zeigte sich, daß im Durchschnitt von 250 Kühen eine Veränderung im Gehalt der Milch an Kasein durch diese Behandlung nicht eingetreten war. Demgegenüber hat man bei Sekretionsstörungen eine Abnahme im Gehalt der Milch an Kasein beobachtet (ASHWORTH 1965).

2.2 Über den Gehalt der Milch an Serumproteinen

In älteren Untersuchungen über die Serumproteine der Milch wurden häufig Methoden verwendet, bei denen man zunächst die im Serum gelösten Proteine mit Alkali- oder Ammoniumsalzen ausfällt und danach im Niederschlag den Gehalt an Stickstoff bestimmte (SCHÜBLER 1817; MAKRIS 1876; ZAHN 1869; HAMMARSTEN 1883; SEBELIN 1885; WICHMANN 1899; PFYL u. Mitarb. 1912). Bei diesen Ausfällungen hatte man je nach dem Sättigungsgrad der Salzlösungen eine unterschiedliche Menge an Serumproteinen erhalten, so daß bereits frühzeitig eine Heterogenität des Serumproteins vermutet wurde. OELZE (1956) und FREHSE (1958) haben über die geschichtliche Entwicklung der Serumproteinuntersuchungen ausführlich berichtet.

Durch die ständigen Verbesserungen der chemischen Analysenverfahren, insbesondere der verschiedenen Ausfällungsmethoden, war es gelungen, die einzelnen Serumproteine in immer größerer Reinheit präparativ zu gewinnen (ROWLAND 1938a und 1938b; SÖRENSEN u. Mitarb. 1939; SCHÖBER u. Mitarb. 1957; HILPERT u. Mitarb. 1963).

Von besonderer Bedeutung war aber die Anwendung der von TISELIUS (1930) entwickelten elektrophoretischen Trennmethode, mit der man die Anteile der einzelnen Eiweißfraktionen im Milchserum mit größerer Genauigkeit bestimmen konnte (SMITH 1946; DEUTSCH 1947; STENLEY u. Mitarb. 1950 und 1951; WEGELIN 1952; McMECKIN u. Mitarb. 1952; LARSON u. Mitarb. 1954, 1955a und 1955b;

ROLLERI u. Mitarb. 1956). Dieses Trennverfahren wurde durch GRASSMANN und HANNIG (1952) wesentlich verbessert und konnte daher noch stärker für Serienuntersuchungen eingesetzt werden (VANDEGAER u. Mitarb. 1953; FREIMUTH 1953; SCHULTE u. Mitarb. 1955; LARSON u. Mitarb. 1957; LEVITON 1957; FREHSE u. Mitarb. 1958; WEIGT 1959).

Die ständige Modifizierung in den Trennmethoden führte zu immer genaueren Angaben über den Gehalt des Milchserums an den verschiedenen Proteinen. Außerdem konnte die Zahl der nachgewiesenen Eiweißfraktionen im Serum ständig erhöht werden, wobei jedoch durch die unabhängig voneinander arbeitenden Forschergruppen häufig die gleichen Fraktionen unterschiedliche Bezeichnungen erhielten. Daher war die Tätigkeit einer Kommission von besonderer Bedeutung, in der man sich mit der Erarbeitung einer einheitlichen Nomenklatur für die bis dahin bekannten Eiweißfraktionen befaßte. Die verschiedenen Bezeichnungen für gleiche Proteinfraktionen wurden beseitigt und die Kenntnisse auf diesem Gebiet übersichtlich geordnet (JENNESS u. Mitarb. 1956; BRUNNER u. Mitarb. 1960; THOMPSON u. Mitarb. 1965). Hierzu hat auch eine Arbeit von GARNIER (1964) beigetragen, der die Einteilung von JENNESS, BRUNNER und THOMPSON durch eine Übersicht über die Milchenzyme erweiterte.

Über die Variabilität des Gehaltes der Milch an Serumprotein während der Laktation liegen im Schrifttum nur wenige Arbeiten vor. So hatte AZARME (1938) Studien über den Einfluß der Laktation auf den Gehalt der Milch an Albumin und Globulin durchgeführt. Er fand, daß diese beiden Bestandteile in der Milch nach dem Kalben zunächst abfallen und am Ende der Laktation wieder ansteigen. Dieser Verlauf, der etwa im zweiten Laktationsmonat die geringsten Werte zeigt, wurde auch durch andere Untersuchungsergebnisse bestätigt (DEUTSCH 1947; GHOSH u. Mitarb. 1964; SEBELA 1966).

Untersuchungen, in denen die Veränderungen im Gehalt der Milch an löslichen Eiweißstoffen während der Kolostralmilchperiode ermittelt wurden, haben SENFT u. Mitarb. (1964) sowie PORTER

u. Mitarb. (1967) durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen übereinstimmend, daß der Gehalt an löslichen Eiweißstoffen im 1. Gemelk mit einem Durchschnittswert von mehr als 7 % hoch ist, jedoch schon im 5. Gemelk auf 1 - 2 % absinkt und am 5. Laktationstag einen Wert von etwa 1 % im Durchschnitt annimmt. Bei reifer Milch hat man Durchschnittswerte zwischen 0,6 - 0,8% gefunden.

Über den Einfluß verschiedener Futtermittel auf den Gehalt der Milch an löslichen Eiweißstoffen liegen kaum Untersuchungen vor. ROOK u. Mitarb. (1959, 1960 und 1962) konnten feststellen, daß sich der Gehalt an α -Lactalbumin und möglicherweise auch der Gehalt an β -Lactoglobulin während des Weidegangs erhöhte. SEBELA u. Mitarb. (1966) haben bei einer Harnstofffütterung keine eindeutigen Veränderungen in diesem Merkmal beobachtet. Ebenso konnte man keinen Einfluß von Alter, Rasse und Laktationsstadium auf den relativen Anteil der einzelnen Eiweißfraktionen im Milchserum feststellen (WEIGT 1959).

WAITE (1968) hat jedoch in einer kürzlich veröffentlichten Arbeit mitgeteilt, daß alte Kühe eine höhere Konzentration an löslichen Proteinen in der Milch haben sollen als junge Tiere.

Über den Einfluß der Jahreszeit berichteten PIJANOWSKI u. Mitarb. (1956), daß die Milch in den Frühjahrs- und Sommermonaten globulinreicher war als die Wintermilch. Auch DELLAMONICA u. Mitarb. (1965) hatten im Winter eine weit höhere Konzentration an β -Lactoglobulin in der Milch gefunden als im Sommer. In welchem Maße diese Ergebnisse durch Einflüsse der Laktation und des Kalbezeitpunktes zu erklären sind, kann den Berichten jedoch nicht entnommen werden.

Einen Einfluß von Schutzimpfungen gegen Maul- und Klauenseuche auf den Gehalt der Milch an Serumprotein konnten BÖRGER u. Mitarb. (1954) sowie KÄSTLI u. Mitarb. (1966) nicht nachweisen.

2.3 Über den Gehalt der Milch an Nichtproteinstickstoff (NPN)

Neben dem Gehalt der Milch an den verschiedenen Eiweißfraktionen gibt es noch einen Anteil an Stickstoff, der als Nichtproteinstickstoff (NPN) in verschiedenen Verbindungen im Serum vorliegt. Bei diesen Substanzen, die insgesamt etwa 5 - 10 % vom Gesamteiweiß ausmachen, handelt es sich im wesentlichen um Harnstoff, Kreatin, Kreatinin, Ammoniak sowie freie Aminosäuren (NESENI u. Mitarb. 1952; COMBERG u. Mitarb. 1959; ORTH u. Mitarb. 1962; ALAIS 1963).

Die ersten Untersuchungen über den Gehalt der Milch an NPN haben GLOETZL (1929), KOPATSCHEK (1929) sowie KIEFFERLE u. Mitarb. (1931) durchgeführt. Für die Bestimmung dieser Stickstoffverbindungen nichteweißartiger Natur wurden die Eiweißstoffe der Milch durch verschiedene Reagentien ausgefällt und danach im filtrierten Serum der Gehalt an Nichtproteinstickstoff nach der Kjeldahl-Methode ermittelt. Für die Ausfällung verwendeten die Autoren verschiedene Fällungsmittel, durch die die echten Eiweißverbindungen jedoch nicht immer quantitativ ausgefällt wurden, so daß ein unterschiedlicher Gehalt an Reststickstoff im Serum zurückblieb. Daher unterschied man je nach den verwendeten Fällungsmitteln zwischen "Reststickstoff im eigentlichen Sinn", wenn das Milcheiweiß mit Essigsäure ausgefällt wurde, und "Reststickstoff im engeren Sinn", wenn man die Ausfällung mit Natriumwolframat-Trichloressigsäure durchführte. Bei Verwendung von Essigsäure erhielt man einen Durchschnittsgehalt an Reststickstoff von 49,2 mg/100 ml, während sich bei Verwendung von Natriumwolframat-Trichloressigsäure ein Durchschnittsgehalt von 23,4 mg/100 ml ergab. Einen ähnlichen Durchschnittswert hatten auch später SMEJKAL (1933), NESENI u. Mitarb. (1948) und MAIR (1952) gefunden.

NESENI u. Mitarb. (1948) haben festgestellt, daß der NPN-Gehalt der Milch zu Beginn der Laktation etwa 32 mg/100 ml betrug, während danach diese Werte bei 27 mg/100 ml lagen. Am

Ende der Laktation konnte wieder ein Anstieg beobachtet werden (HANSSON u. Mitarb. 1950; SEBELA 1966).

Über den Einfluß der Fütterung auf den Gehalt der Milch an NPN liegen erste Untersuchungen von KIEFERLE u. Mitarb. (1932) vor, die durch den Einsatz von Trockenhefe in der Futtermischung einen Anstieg im NPN-Gehalt feststellten. Ebenso hatte die Verfütterung von frischem Zuckerrübenblatt sowie von jungem Weidegras einen steigenden Einfluß auf den Gehalt der Milch an NPN (NESENI u. Mitarb. 1948). In anderen Untersuchungen hatte ein erhöhter Anteil an Silage in der Futtermischung ebenfalls einen Anstieg im Gehalt der Milch an NPN zur Folge (RODEN 1960; ORTH u. Mitarb. 1961). ROHR (1962) verfütterte über einen Zeitraum von 20 Tagen täglich 200 g Harnstoff an Kühe und stellte eine geringe Zunahme im Gehalt der Milch an NPN fest. Eine ähnliche Wirkung konnte in einer Untersuchung von MÖLLER (1967) beobachtet werden, in der man 25 % Sojaschrot aus der Kraftfuttermischung durch Harnstoff ersetzte und den energetischen Ausgleich durch Mais vorgenommen hatte.

Es wird vermutet, daß auch die fortschreitende Trächtigkeit der Kühe eine geringe Erhöhung im NPN-Gehalt der Milch bewirkt (NESENI u. Mitarb. 1948). Dagegen konnten jahreszeitliche oder auch regionale Einflüsse auf dieses Merkmal nicht festgestellt werden (NICKERSON 1960).

3. Eigene Untersuchungen

3.1 Material und Methode

3.1.1 Das Tiermaterial

Für die Untersuchung standen aus der Milchviehherde des Max-Planck-Instituts für Tierzucht und Tierernährung in Mariensee 29 schwarzbunte Kühe zur Verfügung. Von diesen Tieren wurden während der gesamten Laktation wöchentlich Milchproben aus je einem Morgen- und einem Abendgemelk entnommen und getrennt auf den Gehalt an stickstoffhaltigen Bestandteilen untersucht. Dabei wurde die erste Probe nicht vor dem 5. Laktationstag analysiert, um den Einfluß der Kolostralmilchperiode weitgehend auszuschalten. Die Kühe verteilten sich etwa zu gleichen Anteilen von jeweils 6 Tieren auf die erste bis fünfte Laktation und kalbten in der Zeit von Oktober 1967 bis März 1968 ab. Während der Stallfütterung erhielten die Tiere Grundfütterationen verabreicht, die im wesentlichen aus Mais-silage, Zuckerrübenblattsilage, Futterrüben und Heu bestanden. Die Kraftfutterzuteilung erfolgte entsprechend der individuellen täglichen Milchleistung. Alle Futtermittel erhielten die Tiere in exakter Einzelfütterung zugeteilt.

Die Versuchskühe wurden während der ganzen Laktation täglich zweimal gemolken, wobei die Zwischenmelkzeiten während der Nacht im Durchschnitt um zwei Stunden länger waren als die des Tages.

Am 2. Mai 1968 kamen die Kühe ganztägig auf die Weide, wo sie auch gemolken wurden. Die Kühe mit hohen Leistungen erhielten zusätzlich Kraftfutter, das während der Melkzeit in Freßbeuteln individuell verabreicht wurde. Am 24. Oktober 1968 kamen die Kühe wieder in den Stall. Zu dieser Zeit wurden noch 14 der insgesamt 29 Versuchskühe gemolken. Die durchschnittliche Milchleistung aller Kühe betrug in den untersuchten 305-tägigen Laktationen 4575 kg Milch mit 4,18 % Milchfett.

3.1.2 Methoden der Untersuchung

Die Bestimmung der einzelnen stickstoffhaltigen Bestandteile erfolgte stets an den frischen Milchproben durch Doppelbestimmungen. In jeder Probe wurden die folgenden Bestandteile ermittelt:

- Gesamtstickstoff
- Kasein
- Serumprotein
- Nichtproteinstickstoff (NPN)

Zusätzlich konnten im Milchserum die folgenden vier wichtigsten Eiweißfraktionen bestimmt werden:

- Serumalbumin
- β -Lactoglobulin
- α -Lactalbumin
- Immunprotein

Der Gehalt an Gesamteiweiß wurde nach der Methode KOFRANYI (1950) ermittelt, wobei der Gehalt an Stickstoff mit dem Faktor 0,191 multipliziert den Gesamteiweißgehalt ergibt. Für die Bestimmung des Kaseingehaltes kam eine refraktometrische Methode zur Anwendung, die HANSSON (1954) beschrieben hatte. Eine weitere Auftrennung des Kaseins in die einzelnen Fraktionen wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht vorgenommen.

Der Gehalt der Milchproben an Serumprotein wurde mit der Biuret-Methode bestimmt, die zunächst von ROBINSON u. Mitarb. (1940) beschrieben und später durch JOHNSON u. Mitarb. (1952) modifiziert und für Serienuntersuchungen verwendbar gemacht wurde. Das Prinzip dieser Methode besteht darin, daß stark alkalische Eiweißlösungen durch Zugabe von Kupfersulfat eine blauviolette Färbung ergeben. Diese Anfärbung ist jedoch nur auf die in der Lösung vorhandenen Peptidbindungen begrenzt, so daß dabei die übrigen stickstoffhaltigen Bestandteile, die keine echten Eiweißstoffe sind, nicht erfaßt werden. Für diese

Bestimmung des Serumproteingehaltes mußte in den Milchproben zunächst das Kasein mit Lab ausgefällt und durch Zentrifugation vom Serum getrennt werden. Der Gehalt an gelöstem Protein im Milchserum wurde nach der Biuret-Anfärbung photometrisch bei einer Wellenlänge von 540 nm gemessen. Die dabei auftretenden Einflüsse der im Serum gelösten Laktose konnten durch entsprechende Eichkurven ausgeschaltet werden (JOHNSON u. Mitarb. 1950).

Der Gehalt der Milch an Nichtproteinstickstoff (NPN) wurde über die Differenzrechnung ermittelt (Gesamtstickstoff - Kaseinstickstoff - Serumproteinstickstoff = Nichtproteinstickstoff).

Für die Bestimmung der Eiweißfraktionen im Milchserum wurde die Mikrozonenelektrophorese verwendet, wie sie MHATRE u. Mitarb. (1962) beschrieben haben. Dazu wurden die Milchproben zunächst entfettet. Danach wurde das Kasein in der Magermilch mit Lab ausgefällt. Nach der Zentrifugation erhielt man ein klares Serum. Mit Hilfe eines Auftragestempels wurde die Serumprobe auf eine Azetatfolie gebracht. Nach einer elektrophoretischen Trennzeit von 24 Minuten bei 250 Volt konnten die Fraktionen durch Anfärbung mit einer 0,2 %igen Ponceau-S-Lösung sichtbar gemacht werden. Die Auswertung der Transparenzfolie erfolgte mit Hilfe eines kombinierten Extinktions- und Integralschreibers.

In der Abbildung 1 wurde das Elektropherogramm für eine Serumprobe dargestellt, die aus einer reifen Milch gewonnen wurde.

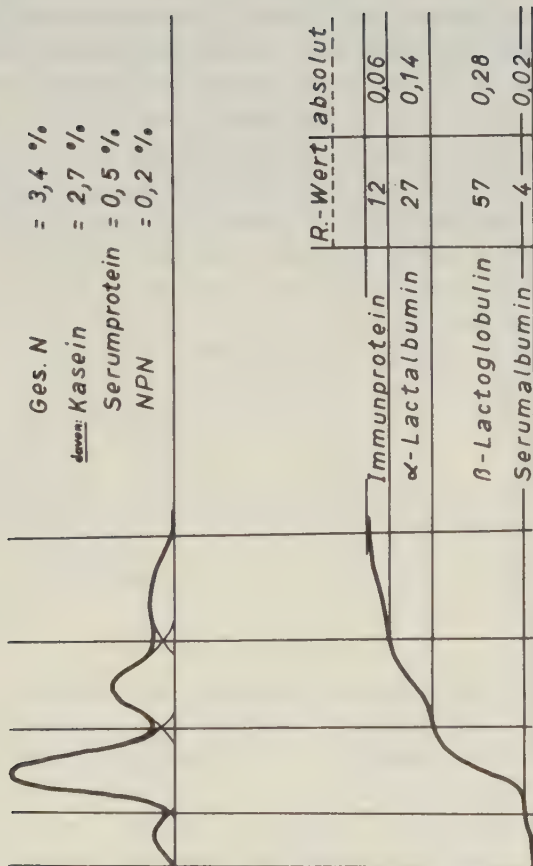


Abbildung 1: Elektropherogramm vom Serum reifer Kuhmilch

Nach Aufzeichnung der Extinktions- und Integralkurve durch den kombinierten Schreiber werden die einzelnen Fraktionen durch Trennlinien voneinander abgegrenzt. Die Verlängerungen dieser Trennlinien schneiden die Integralkurve in unterschiedlich lange Teilstücke. Durch diese Schnittpunkte werden parallel zur Abszisse Hilfslinien gezogen, deren Abstände voneinander den prozentischen Gehalt des Serums an den einzelnen Eiweißfraktionen darstellen. Die Summe dieser Einzelwerte ergibt den Gehalt des Serums an löslichem Eiweiß (absoluter Gehalt). Es ist jedoch allgemein üblich, die Fraktionen nicht in ihrem absoluten Gehalt, sondern als relativen Anteil am Proteingehalt des Serums anzugeben (R-Wert). In der vorliegenden Untersuchung wurden die Eiweißfraktionen sowohl in ihren absoluten Anteilen als auch in den entsprechenden R-Werten angegeben.

3.2 Untersuchungsergebnisse

3.2.1 Der Gehalt der Milch an Kasein

3.2.1.1 Die Veränderungen während der Laktation

Die analytisch ermittelten Kaseingehalte wurden für die Morgen- und Abendgemelke getrennt ausgewertet. In der Tabelle 1 sind diese Durchschnittswerte mit den Standardabweichungen und den Variationskoeffizienten zusammengestellt.

Tabelle 1: Durchschnittlicher Gehalt der Milch an Kasein
in den Morgen- und Abendmelken (n=1210)

G e m e l k	Kaseingehalt		Variations- koeffizient	Kaseinanteil am Gesamteiweiß in %
	$\bar{x}$ in %	s in %		
Morgengemelk	2,73	0,31	11,21	80
Abendgemelk	2,80	0,30	10,89	81
Differenz	0,07**			1

**) $p \leq 0,01$;

Zwischen den Morgen- und Abendmelken bestanden in den Mittelwerten statistisch signifikante Unterschiede, wobei die Abendgemelke den Morgengemelken im Durchschnitt um 0,07 % Kasein überlegen waren. Die errechneten Standardabweichungen sowie die Variationskoeffizienten waren in beiden Gemelken etwa gleich. Ebenso bestanden im Anteil des Kaseins am Gesamteiweiß keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Gemelken.

Aus dem Kurvenverlauf der Abbildung 2 geht hervor, welche Unterschiede im Kaseingehalt während der Laktation zwischen den Morgen- und Abendgemelken bestanden. Dazu wurden für die beiden Gemelke die Durchschnittswerte der 29 untersuchten Kühe in jeweils 10-tägigen Laktationsabschnitten errechnet. Außerdem sind die entsprechenden durchschnittlichen Milchmengen für die Morgen- und Abendgemelke während der Laktation aufgetragen.

Für die Abendgemelke ergab sich im Durchschnitt der ersten 10 Laktationstage ein Kaseingehalt von 3,23 %, der um 0,19 % signifikant über dem entsprechenden Durchschnittswert der Morgengemelke lag. Innerhalb der ersten 6 Laktationswochen fällt der Gehalt an Kasein in beiden Gemelken um etwa 0,6 % ab. Der signifikante Unterschied in der Kaseinkonzentration beider Gemelke bleibt jedoch bis zum 75. Laktationstag erhalten (vgl. Tabelle II im Anhang). Danach gleichen sich die Mittelwerte der beiden Gemelke bis zum Ende der Laktation an. Vom 200. Laktationstag an nimmt die Konzentration an Kasein in den Gemelken wieder zu und erreicht am 305. Laktationstag einen Durchschnittswert von 3,25 % für das Morgengemelk und 3,21 % für das Abendgemelk.

Ein Vergleich der Kurven für den Kaseingehalt mit den entsprechenden Werten für die Milchmenge läßt erkennen, daß zu Beginn der Laktation nicht nur im Gehalt der Milch an Kasein, sondern auch in der Milchmenge große Unterschiede zwischen den Morgen- und Abendgemelken bestanden. Während der ersten 100 Laktationstage lag die Gemelksgröße der Morgengemelke um durchschnittlich 2,8 kg signifikant über der durchschnittlichen Gemelksgröße der Abendgemelke. Diese Differenz verringerte sich zwar im Verlauf der Laktation, blieb jedoch bis zum 245. Laktationstag statistisch signifikant (vgl. Tabelle I im Anhang). Die Ursache dieser unterschiedlichen Gemelksgrößen muß im wesentlichen auf die verschieden lange Zwischenmelkzeit zurückgeführt werden, die vom Morgengemelk bis zum Abendgemelk durchschnittlich 11 Stunden betrug, während vom Abend- bis zum Morgengemelk durchschnittlich 13 Stunden vergingen.

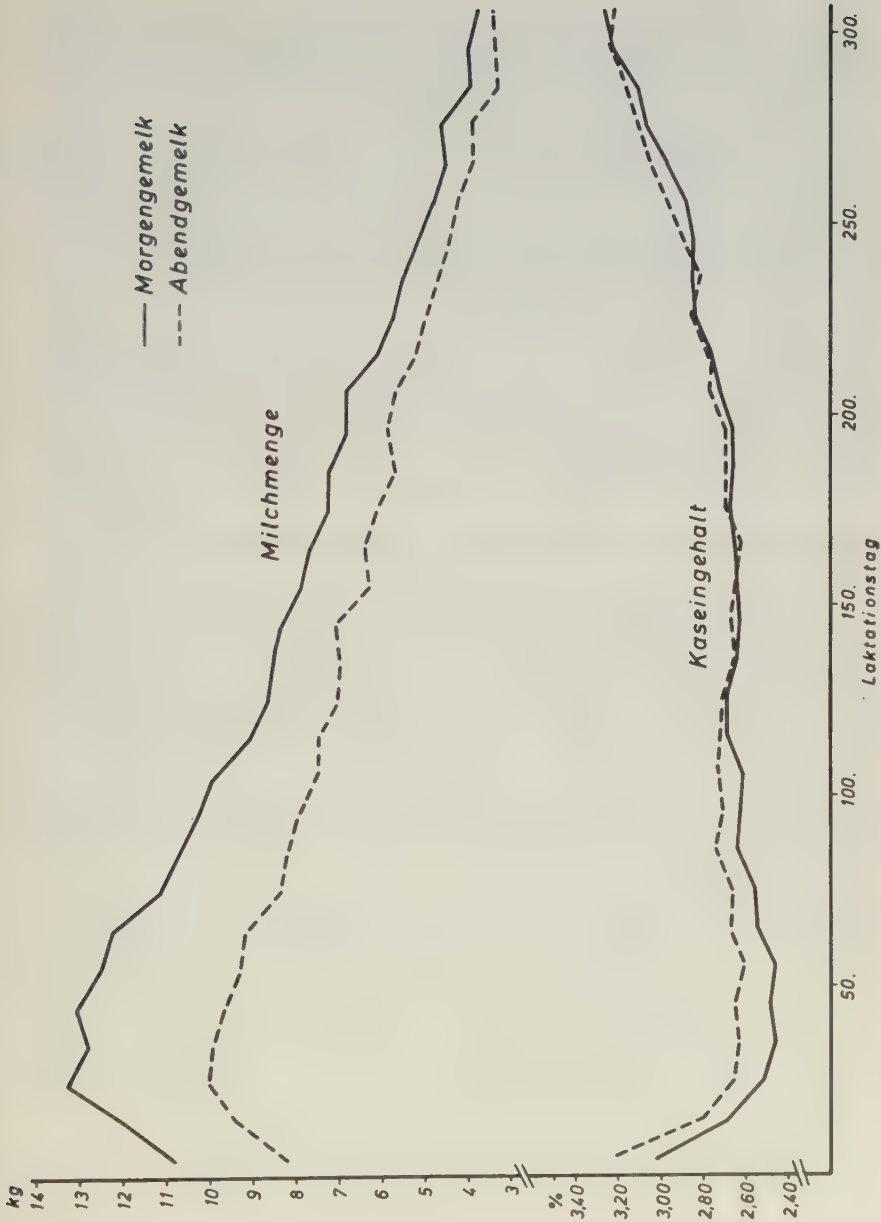


Abbildung 2: Verlauf der Milchmenge und des Kaseingehaltes während der Laktation in den Morgen- und Abendgemelken schwarzbunter Kühe (n=29)

Weiterhin ist der Abbildung 2 zu entnehmen, daß zwischen der Milchmengenleistung und dem Kaseingehalt negative Beziehungen bestehen. Für das vorliegende Material ergab sich für das Morgengemelk ein Korrelationskoeffizient von $r = 0,55$, während für das Abendgemelk ein Wert von $r = 0,49$ errechnet wurde. Beide Koeffizienten sind statistisch signifikant. Somit hatte besonders zu Beginn der Laktation das durchschnittlich größere Morgengemelk einen geringeren Kaseingehalt als das durchschnittlich geringere Abendgemelk.

Zur Prüfung der Frage, durch welche hauptsächlichen Ursachen die Veränderungen im Kaseingehalt hervorgerufen werden, wurde eine Varianzanalyse durchgeführt, deren Ergebnisse in der Tabelle 2 zusammengestellt sind.

Tabelle 2: Streuungszerlegung für den Kaseingehalt der Milch

Varianzursache	FG	SQ	MQ	F-Wert	s^2	$s^2\%$
zwischen den Gemelken	1	2,27	2,2670	44,36**	0,0018	1,9
zwischen Lakt.-Abschnitten	30	55,29	1,8429	36,06**	0,0232	24,3
zwischen den Kühen	28	48,82	1,7435	34,12**	0,0205	21,4
Rest	2330	119,03	0,0503		0,0503	52,4
Gesamt	2389	225,41			0,0958	100,0

**) $p \leq 1\%$;

Wie man aus den Werten der Tabelle 2 entnehmen kann, hatten sowohl die Unterschiede zwischen den Gemelken als auch zwischen den 10-tägigen Laktationsabschnitten und zwischen den Kühen einen signifikanten Anteil an der Gesamtvarianz des Kaseingehaltes geliefert. Die verschiedenen Varianzanteile zeigen, daß die Unterschiede zwischen den Laktationsabschnitten und zwischen den Kühen aber einen weitaus größeren Anteil an der Gesamtvarianz hatten als die Unterschiede zwischen den Gemelken. Diese Feststellung wird durch die Werte der letzten Spalte bestätigt. Danach betrug der Varianzanteil, der durch die Unterschiede zwischen den Gemelken hervorgerufen wurde, nur 1,9 %, während 24,3 % der Variation durch die Unterschiede zwischen den Laktationsabschnitten und 21,4 % durch die Unterschiede zwischen den Kühen verursacht wurden. 52,4 % der Gesamtvarianz ist als Restvarianz auf nichtkontrollierte Einflüsse zurückzuführen.

Eine Analyse der Kaseingehalte in den Milchproben der Einzeltiere ergab, daß die individuellen Durchschnittswerte für die Laktation zwischen 2,41 % und 2,97 % variierten, während der Durchschnittswert für alle Laktationen 2,77 % betrug. Die Standardabweichungen lagen im Durchschnitt bei $\pm 0,31$ %, wobei drei Kühe einen durchschnittlichen Kaseingehalt mit einer relativ hohen Standardabweichung von über $\pm 0,35$ % hatten, während für 5 Tiere nur eine Streuung von weniger als $\pm 0,20$ % errechnet wurde. Eine Zusammenstellung über den durchschnittlichen Gehalt der Milch an Kasein und den anderen untersuchten stickstoffhaltigen Bestandteilen für die Einzeltiere ist in der Tabelle IX im Anhang gegeben. Dabei wurden die Kühe nach der Höhe des Gesamteiweißgehaltes geordnet.

3.2.1.2 Einfluß verschiedener Umweltfaktoren auf den Kaseingehalt

Von den Umweltfaktoren hat im allgemeinen die Fütterung einen großen Einfluß auf die Variabilität der verschiedenen Leistungseigenschaften. Vorhandene Fütterungseinflüsse müssen darüber hinaus besonders beim Weideauftrieb im Frühjahr sichtbar werden, weil dabei nicht nur die oft eiweißarme Winterfütterung durch eiweißreiches Weidegras ersetzt wird, sondern gleichzeitig die Tiere von der Stallhaltung zur Weidehaltung überwechseln. Welche Unterschiede sich dadurch im Gehalt der Milch an Kasein ergeben, geht aus der Abbildung 3 hervor, in der die Veränderungen des Kaseingehaltes in den untersuchten Morgen- und Abendgemelken während der Weidezeit dargestellt sind.

Wie man dem Verlauf der Kurven entnehmen kann, bestanden beim Weideauftrieb zwischen den Gemelken kaum Unterschiede, obwohl in den Abendgemelken die Kaseinkonzentration im Durchschnitt der letzten drei Stallwochen um 0,08 % über dem Wert der Morgengemelke lag. Nach dem Weideauftrieb, der ohne Übergang von einem Tag zum anderen erfolgte, erhöhte sich der Durchschnittsgehalt der Milch an Kasein sowohl in den Morgen- als auch in den Abendgemelken um 0,23 % bzw. 0,14 %. Dieser Anstieg ist in beiden Gemelken statistisch signifikant und wirkte sich bis zur 5. Weidewoche aus. Der weitere Verlauf zeigt zunächst keine wesentlichen Veränderungen in diesem Merkmal, läßt aber gegen Ende der 24 Weidewochen einen Anstieg erkennen, der auf den Einfluß der fortschreitenden Laktation zurückzuführen ist.

Nach dem Weideabtrieb war in beiden Gemelken ein geringer Abfall zu beobachten, der zwischen der letzten Weidewoche und der ersten Stallwoche in den Morgengemelken 0,24 % und in den Abendgemelken 0,10 % im Durchschnitt betrug. Für beide Differenzen ergab sich jedoch keine statistische Signifikanz, da zu dieser Zeit nur noch 14 der insgesamt 29 Versuchskühe gemolken wurden.

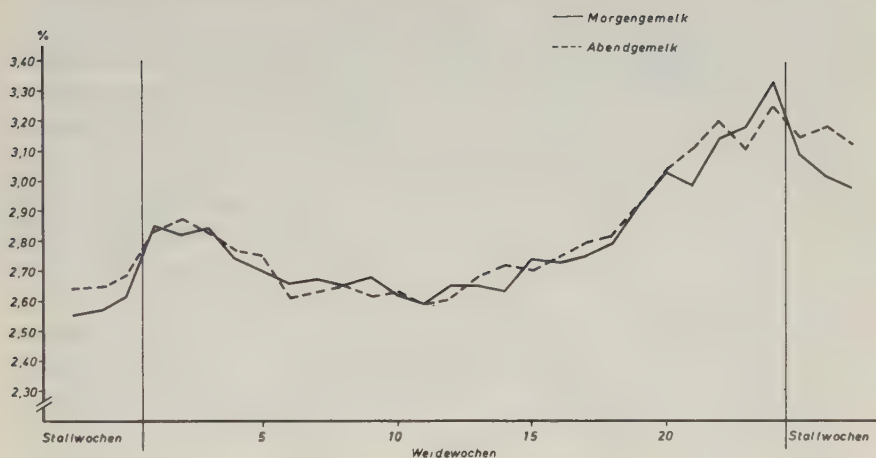


Abbildung 3: Der Gehalt der Milch an Kasein in den Morgen- und Abendmelken während der Weidezeit (n=29)

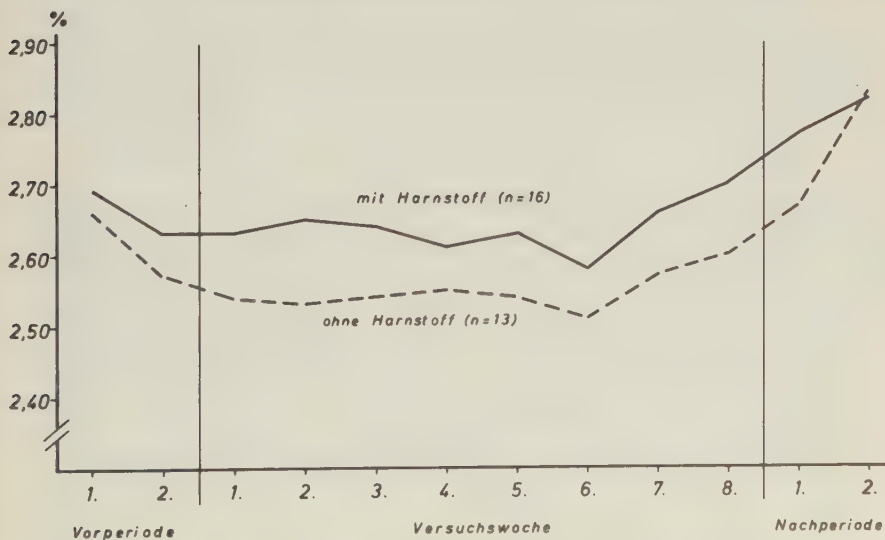


Abbildung 4: Einfluß einer Fütterung von Maissilage mit Harnstoffzusatz auf den Gehalt der Milch an Kasein

In der vorliegenden Untersuchung hat weiterhin interessiert, welchen Einfluß der Einsatz von Harnstoff in der Futterration auf die Zusammensetzung der Milch, insbesondere auf den Gehalt an Kasein, ausübt. Daher wurden 16 Kühe acht Wochen lang mit Maissilage gefüttert, der man 0,5 % Harnstoff zugesetzt hatte. Zum Vergleich erhielt eine Gruppe von 13 Kühen Maissilage ohne Harnstoffzusatz verabreicht. Die Kühe der Versuchsgruppe hatten während der 8 Versuchswochen einen durchschnittlichen täglichen Verzehr von 20,5 kg Maissilage, mit der sie gleichzeitig 102 g Harnstoff aufgenommen hatten. Bei den Kontrolltieren belief sich der Verzehr an Maissilage in der gleichen Zeit auf durchschnittlich 23,7 kg täglich. Darüber hinaus erhielten alle Tiere im Durchschnitt noch 2 kg Heu und Kraftfutter entsprechend der individuellen Milchleistung verabreicht. Alle Tiere standen in exakter Einzelfütterung. Die täglich ermittelten Kaseingehalte der Milch sind im Durchschnitt der Kontroll- und Versuchstiere in der Abbildung 4 graphisch dargestellt.

Wie man aus der Abbildung 4 entnehmen kann, waren die 16 Kühe der Versuchsgruppe bereits vor Beginn des Versuches den Vergleichstieren im Gehalt der Milch an Kasein geringfügig überlegen. Dieser Unterschied betrug jedoch nur 0,06 % und war statistisch nicht signifikant. Während der 8-wöchigen Versuchsperiode vergrößerte sich jedoch diese Differenz, so daß der Kaseingehalt bei den mit dem Harnstoffzusatz gefütterten Kühen um 0,09 % über dem Gehalt der Kontrolltiere lag. Dieser Unterschied im Kaseingehalt der Milch war statistisch signifikant. Somit konnten die Ergebnisse von KARISCHEWA u. Mitarb. (1962) bestätigt werden, die bei einer langsam ansteigenden Zufuhr bis zu 100 g Harnstoff in der täglichen Futterration eine Erhöhung von 0,1 % im Gesamteiweißgehalt beobachteten und diesen Anstieg auf eine Steigerung im Kaseingehalt zurückführten.

Für die Untersuchung über den Einfluß des Alters auf den Kaseingehalt der Milch wurden die Kühe entsprechend der Zahl ihrer bisherigen Laktationen 5 verschiedenen Altersgruppen zugeordnet. Die für jede Gruppe errechneten Mittelwerte im Kaseingehalt sind in der Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3: Einfluß des Alters auf den Gehalt der Milch an Kasein

Laktation	Zahl der Kühe	Kaseingehalt		Variationskoeffizient	Kaseinanteil am Gesamteiweiß in %
		$\bar{x}$ in %	s in %		
1	6	2,83	0,28	9,89	80,6
2	7	2,82	0,27	9,57	80,6
3	7	2,74	0,35	12,77	80,6
4	7	2,70	0,33	12,22	81,1
5	2	2,68	0,30	11,19	81,1

Für die 6 Kühe, die in der ersten Laktation standen, ergab sich ein durchschnittlicher Kaseingehalt von 2,83 %. Mit steigender Zahl der geleisteten Laktationen verringerte sich jedoch dieser Wert bis zur 5. Laktation um 0,15 % auf 2,68 %, wobei allerdings nur zwei Tiere in einer 5. Laktation geprüft wurden. In den Standardabweichungen sowie den errechneten Variationskoeffizienten bestehen keine nennenswerten Unterschiede zwischen den 5 Altersgruppen. Ebenso ist der Anteil des Kaseins am Gesamteiweiß nur wenig verschieden. Eine varianzanalytische Auswertung der Kaseinwerte hatte ergeben, daß zwischen den Altersgruppen signifikante Unterschiede bestehen (F-Wert = 18,53**). Somit wurden die mittleren Differenzen der Kaseingehalte auf die statistische Signifikanz geprüft. Das Ergeb-

nis dieser Berechnung wurde in der Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4: Differenzen im mittleren Kaseingehalt der Milch zwischen den Altersgruppen (Laktationen) und deren statistische Sicherung

	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_4$	$\bar{x}_5$
$\bar{x}_1$	0,74	6,78**	9,81**	7,32**
$\bar{x}_2$		6,24**	9,33**	6,92**
$\bar{x}_3$			3,15*	2,98**
$\bar{x}_4$				0,99

*) $p \leq 5 \%$; **) $p \leq 1 \%$;

Zwischen den jungen Kühen und den Tieren, die zur Zeit der Untersuchung bereits in der 3., 4. oder 5. Laktation standen, ergaben sich im Gehalt der Milch an Kasein signifikante Unterschiede. Demgegenüber traten zwischen den 3. und 5. sowie zwischen den 4. und 5. Laktationen keine signifikanten Differenzen auf. Daraus ergibt sich, daß mit steigendem Alter der Gehalt der Milch an Kasein im Durchschnitt abgenommen hatte.

In einer Untersuchung über die Abhängigkeit des Kaseingehaltes der Milch von der Trächtigkeit der Kühe konnten keine Einflüsse von unterschiedlich trächtigen und güsten Tieren auf dieses Merkmal festgestellt werden.

3.2.2 Der Gehalt der Milch an Serumprotein

3.2.2.1 Die Veränderungen während der Laktation

Die im Milchserum in gelöster Form vorliegenden Eiweißverbindungen werden als Serumproteine bezeichnet, deren Gehalt in reifer Milch im allgemeinen mit 0,6 - 0,8 % angegeben wird. Diese Eiweißstoffe können durch entsprechende Analyseverfahren direkt im Serum bestimmt werden, wobei im wesentlichen photometrische Methoden zur Anwendung kommen (JOHNSON u. Mitarb. 1952; JENNESS u. Mitarb. 1956; LARSON u. Mitarb. 1957; JENNESS u. Mitarb. 1967). In anderen Untersuchungen wurde dieses Merkmal rechnerisch ermittelt, indem man die Differenz zwischen dem Gehalt an Gesamteiweiß und an Kasein als Gehalt an Serumprotein oder als Gehalt an Albumin + Globulin bezeichnet (ENGEL u. Mitarb. 1925; BLEYER 1930; AZARME 1938; COMBERG u. Mitarb. 1959; SENFT u. Mitarb. 1964). Dabei wird jedoch nicht berücksichtigt, daß in dieser Differenz noch ein Anteil von etwa 5 % Nichtproteinstickstoff enthalten ist, der bei der rechnerischen Ermittlung als echtes Milcheiweiß erfaßt wird. Daraus ergibt sich eine entsprechende Überschätzung im Gehalt der Milch an Serumprotein.

Aus diesem Grunde wurde in der vorliegenden Untersuchung der Gehalt an Serumprotein nicht rechnerisch ermittelt, sondern durch eine entsprechende Bestimmungsmethode direkt festgestellt. Welche durchschnittlichen Gehalte an Serumprotein sich dabei für die Morgen- und Abendgemelke ergaben, geht aus der Tabelle 5 hervor.

Im Durchschnitt aller untersuchten Morgengemelke ergab sich ein Gehalt an Serumprotein von 0,50 %, während für die Abendgemelke bei gleicher Standardabweichung ein Wert von 0,52 % gefunden wurde. Diese Differenz ist statistisch signifikant.

Tabelle 5: Durchschnittlicher Gehalt an Serumprotein in den Morgen- und Abendgemelken (n=1210)

G e m e l k	Serumprotein- gehalt		Variations- koeffi- zient	Serumprotein- anteil am Ge- samteiweiß in %
	$\bar{x}$ in %	s in %		
Morgengemelk	0,50	0,13	26,03	14,7
Abendgemelk	0,52	0,13	25,66	15,0
Differenz	0,02**			0,3

**) $p = 0,01$;

In den Variationskoeffizienten sowie in den errechneten Anteilen des Serumproteins am Gesamteiweißgehalt der Milch bestanden keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Gmelken. Beide Mittelwerte liegen um etwa 0,2 - 0,3 % niedriger als die entsprechenden Werte im Schrifttum, was vermutlich auf die direkte Bestimmung dieses Merkmals zurückzuführen ist.

Welche Veränderungen im Verlauf der Laktation im Gehalt der Morgen- und Abendgemelke an Serumprotein auftraten, ist dem Kurvenverlauf der Abbildung 5 zu entnehmen.

Wie man aus dem Kurvenverlauf in der Abbildung 5 ansehen kann, waren die Abendgemelke den Morgengemelken im Gehalt an Serumprotein während der ganzen Laktationsperiode überlegen. Nach einem geringen Abfall des Serumproteingehaltes in beiden Gmelken innerhalb der ersten vier 10-tägigen Laktationsabschnitte stieg der Gehalt an diesem Merkmal ständig an und erreich-

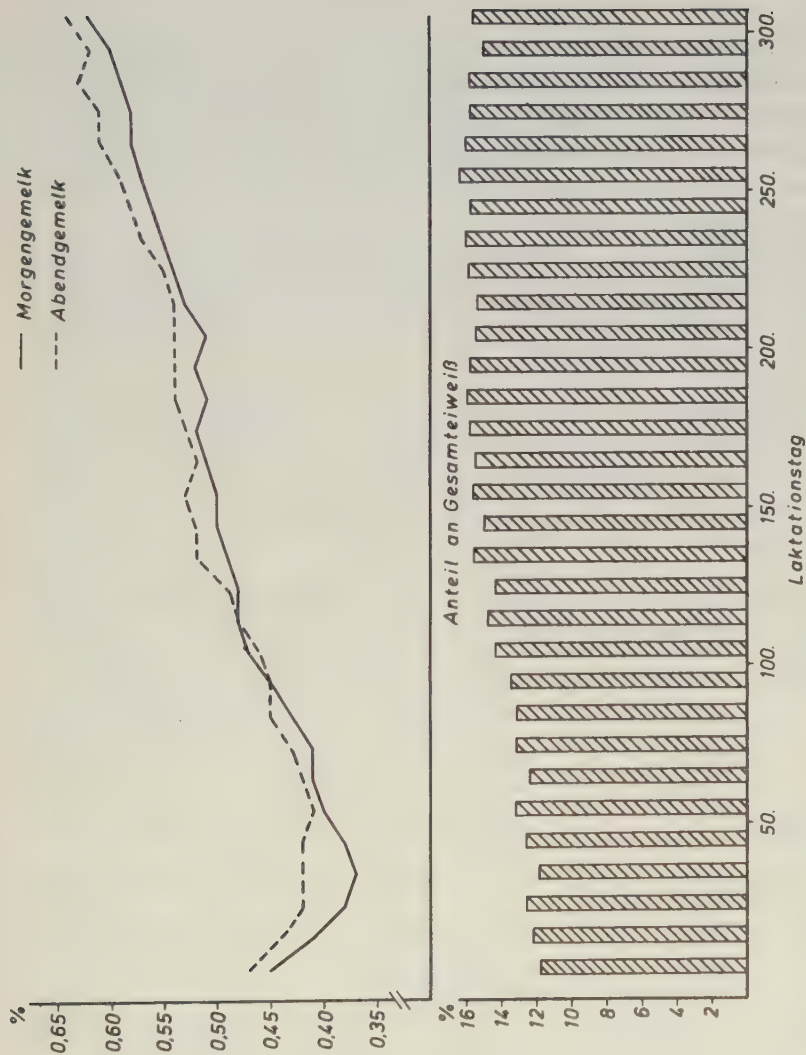


Abbildung 5: Verlauf des Gehaltes an Serumprotein während der Laktation in den Morgen- und Abendgemelken bei schwarzbunten Kühen (n=29)

te am Ende der Laktation im Durchschnitt 0,62 % für die Morgen- und 0,64 % für die Abendgemelke (vgl. Tabelle III im Anhang).

Außerdem sind in der Abbildung 5 die Anteile des Serumproteins am Gesamteiweiß als Säulen dargestellt, wobei die Gemelkswerte jeweils zu Tageswerten zusammengefaßt wurden. Der Anteil des Serumproteins am Gesamteiweißgehalt stieg bis zum 150. Laktationstag von durchschnittlich 12 % auf fast 16 % an, wobei der Durchschnittswert am 8. Laktationstag keine Werte von Kolostralmilchproben enthielt. In der zweiten Hälfte der Laktation veränderte sich dieser Anteil nur noch unwesentlich, so daß sich im Durchschnitt ein Anteil von 14,8 % Serumprotein am Gesamteiweiß ergab.

Zur Untersuchung über die wichtigsten Ursachen, die zu den Veränderungen im Gehalt der Milch an Serumprotein führten, wurde eine Varianzanalyse durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind in der Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 6: Streuungszzerlegung für den Gehalt der Milch an Serumprotein

Varianzursache	FG	SQ	MQ	F-Wert	s ²	s ² %
zwischen den Gemelken	1	0,22	0,2170	17,22**	0,0002	1,1
zwischen Lakt-Abschnitten	30	8,93	0,2977	23,62**	0,0043	24,0
zwischen den Kühen	28	1,92	0,0686	5,44**	0,0008	4,5
Rest	1981	24,90	0,0126		0,0126	70,4
Gesamt	2040	35,97			0,0179	100,0

**) $p \leq 1 \%$;

Die Ergebnisse der Varianzanalyse zeigen, daß alle drei untersuchten Varianzursachen einen signifikanten Anteil an der Gesamtvarianz des Serumproteingehaltes der Milchproben gehabt hatten. Dabei war der Varianzanteil, der durch die Unterschiede zwischen den Laktationsabschnitten verursacht wurde, am größten. Für die Restvarianz, die sich aus der Summe aller nicht kontrollierten Einflüsse zusammensetzt, ergab sich ein relativ hoher Anteil von 70,4 %.

Bei der Analyse der Einzeltiere betrug der niedrigste Durchschnittswert im Gehalt an Serumprotein 0,42 %. Dieser Gehalt entsprach einem Anteil von 12,3 % am Gesamteiweiß. Der höchste Durchschnittswert für eine individuelle Laktation betrug 0,57 % Serumprotein, woraus sich ein Anteil von 17,0 % am Gesamteiweiß errechnete. Dabei war der absolut höchste bzw. geringste Serumproteingehalt zugleich auch mit dem höchsten bzw. niedrigsten Anteil am Gesamteiweißgehalt verbunden. Diese Beobachtung traf bei nur unwesentlichen Verschiebungen für alle untersuchten Kühe zu, obwohl bei einigen Tieren ein mittlerer Gehalt an Serumprotein einem überdurchschnittlichen Anteil an Gesamteiweißgehalt entsprach. Die für jede Laktation errechneten Durchschnittsgehalte an Serumprotein sowie die Standardabweichungen sind in der Tabelle IX im Anhang zusammengestellt.

3.2.2.2 Einfluß verschiedener Umweltfaktoren auf den Gehalt der Milch an Serumprotein

Von den verschiedenen Umweltfaktoren wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung zunächst der Einfluß der Fütterung auf den Gehalt an Serumprotein untersucht. Hierfür schien wiederum die Zeit des Weideauftriebs im Frühjahr am besten geeignet zu sein, weil dabei nicht nur die Fütterung, sondern gleichzeitig auch die Haltungsweise der Tiere erheblich verändert wird.

Bei dieser Untersuchung zeigte sich, daß der Weideauftrieb im Frühjahr keinen Einfluß auf den Gehalt der Milch an Serumprotein gehabt hatte. Sowohl im Morgen- als auch im Abendgemelk waren die Unterschiede zwischen dem letzten Durchschnittswert im Stall und dem in der ersten Weidewoche ermittelten Wert statistisch nicht signifikant. Auch während der 24-wöchigen Weideperiode traten in beiden Gemelken keine wesentlichen Veränderungen im Gehalt der Milch an Serumprotein auf. Die wöchentlichen Durchschnittswerte hatten sich während dieser Zeit im Morgengemelk von 0,44 % auf 0,59 % und im Abendgemelk von 0,43 % auf 0,63 % erhöht. Dieser Anstieg kann im wesentlichen auf die Einflüsse der fortschreitenden Laktation zurückgeführt werden. Auch beim Weideabtrieb ergaben sich sowohl im Morgen- als auch im Abendgemelk keine signifikanten Veränderungen im Gehalt der Milch an Serumprotein.

Bei den Untersuchungen über den Einfluß der Fütterung auf den Gehalt der Milch an Serumprotein wurde weiterhin geprüft, welche Veränderungen in diesem Merkmal durch den Einsatz von Harnstoff in die Futterration verursacht wurden. Dabei ergab sich, daß die Fütterung von Harnstoff an 16 Versuchskühe keinen nachweisbaren Einfluß auf den Gehalt der Milch an diesem Bestandteil hatte. Während der 8-wöchigen Versuchsperiode traten zwischen den Versuchstieren und einer Gruppe von 13 Kontrolltieren keine signifikanten Unterschiede in diesem Merkmal auf. Somit konnte durch diese Harnstofffütterung die Konzentration

der Milch an löslichen Eiweißstoffen nicht beeinflusst werden.

Welchen Einfluß das Alter der Kühe auf den Gehalt der Milch an Serumprotein hatte, geht aus der Tabelle 7 hervor, in der die Durchschnittswerte für die verschiedenen Altersgruppen der untersuchten Kühe zusammengestellt wurden.

Tabelle 7: Einfluß des Alters auf den Gehalt der Milch an Serumprotein

Laktation	Zahl der Kühe	Serumprotein-gehalt		Variationskoeffizient	Serumproteinanteil am Gesamteiweiß in %
		$\bar{x}$ in %	s in %		
1	6	0,50	0,14	18,00	14,2
2	7	0,53	0,12	22,64	15,1
3	7	0,52	0,13	25,00	15,3
4	7	0,49	0,13	26,53	14,7
5	2	0,50	0,13	26,00	14,3

Der Gehalt der Milch an Serumprotein hatte sich im Durchschnitt der untersuchten Kühe mit steigendem Alter zunächst erhöht und war danach wieder abgefallen. Im Mittel ergab sich für die jungen Tiere der gleiche Wert wie für die Kühe, die in ihrer 5. Laktation standen. Die errechneten Standardabweichungen waren einander sehr ähnlich, weshalb auch in den Variationskoeffizienten keine nennenswerten Unterschiede auftraten.

Bei der Varianzanalytischen Auswertung hatten sich im Gehalt der Milch an Serumprotein zwischen den 5 Altersgruppen signifikante Unterschiede ergeben (F-Wert = 9,04). Eine Prüfung der Differenzen zwischen den einzelnen Altersgruppen führte zu den Ergebnissen, die in der Tabelle 8 zusammengestellt wurden.

Tabelle 8: Differenzen im mittleren Serumproteingehalt der Milch zwischen den Altersgruppen (Laktationen) und deren statistische Sicherung

	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_4$	$\bar{x}_5$
$\bar{x}_1$	4,63**	3,24*	1,60	0
$\bar{x}_2$		1,68	6,66**	3,17*
$\bar{x}_3$			5,28**	3,16*
$\bar{x}_4$				0,88

*) $p \leq 5 \%$; **) $p \leq 1 \%$;

Zwischen den jungen Kühen der ersten Laktation und den Tieren, die sich in der zweiten und dritten Laktation befanden, bestanden signifikante Unterschiede, wobei die älteren Tiere den jüngeren überlegen waren. Ebenso ergaben sich zwischen den 2. bis 5. Laktationen teilweise signifikante Differenzen, bei denen jedoch die älteren Tiere den jüngeren im Mittel unterlegen waren.

Eine Untersuchung über den Einfluß der Trächtigkeit auf den Gehalt der Milch an Serumprotein ergab keine nachweisbaren Veränderungen in diesem Merkmal. Zwischen den Kühen, die bereits nach 10 Wochen wieder trächtig waren, und anderen Tieren, die güt blieben, konnten keine Unterschiede festgestellt werden, die sich auf einen Einfluß der Trächtigkeit zurückführen ließen.

3.2.3 Der Gehalt der Milch an Nichtproteinstickstoff (NPN)

3.2.3.1 Die Veränderungen während der Laktation

In der vorliegenden Untersuchung wurde der durchschnittliche Gehalt der Milch an Nichtproteinstickstoff (NPN) mit 25 mg/100 ml ermittelt. Dabei traten zwischen den Proben der Morgen- und Abendgemelke Unterschiede auf, die in der Tabelle 9 zusammengestellt wurden.

Tabelle 9: Durchschnittlicher Gehalt der Milch an Nichtproteinstickstoff in den Morgen- und Abendgemelken (n=1210)

G e m e l k	Gehalt an NPN		Variations- koeffi- zient	Anteil an NPN am Gesamteiweiß in %
	$\bar{x}$ in mg/100ml	s in mg/100ml		
Morgengemelk	27	19	68,0	5
Abendgemelk	22	17	75,0	4
Differenz	5**			1

**) $p \leq 0,01$;

In den Morgengemelken betrug der Gehalt an NPN im Durchschnitt 27 mg/100 ml, während sich für die Abendgemelke im Mittel ein Gehalt von 22 mg/100 ml ergab. Dieser höhere Anteil von 5 mg/100 ml in den Morgengemelken ist statistisch signifikant. Die Standardabweichungen sowie die Variationskoeffizienten sind in beiden Gemelken relativ groß. Der Anteil von NPN am Gesamtstickstoffgehalt der Milch war in den Morgen- und Abendgemelken mit durchschnittlich 5 % bzw. 4 % wenig unterschiedlich.

Welche Veränderungen während der Laktation im Gehalt der Morgen- und Abendgemelke an NPN eintraten, geht aus den Kurven der Abbildung 6 hervor.

Der Anteil an NPN in den Morgengemelken war den entsprechenden Werten der Abendgemelke durchweg überlegen. Dies zeigte sich besonders zu Beginn und am Ende der Laktation, wo die Differenzen zwischen den Gemelken innerhalb einiger Laktationsabschnitte statistisch signifikant waren (vgl. Tabelle IV im Anhang). In beiden Gemelken fiel der Gehalt an NPN zunächst ab und zeigte etwa am 200. Laktationstag die geringsten Werte der Laktation. Danach erfolgte wieder ein Anstieg, der in beiden Gemelken gegen Ende der Laktation den Durchschnittswert von 25 mg/100 ml erreichte.

In der Abbildung 6 sind außerdem auch die Anteile von NPN am Gesamteiweißgehalt dargestellt, wobei die Werte der beiden Gemelke zu Tageswerten vereinigt wurden. Wie man der Säulendarstellung entnehmen kann, wurde in der ersten Laktationswoche der höchste Anteil an NPN am Gesamteiweißgehalt mit 7,5 % festgestellt, der somit 3 % über dem Mittelwert der Laktation lag. Die niedrigsten Anteile ergaben sich mit 3,1 % etwa am 230. bis 240. Laktationstag, während am Ende der Laktation wieder Durchschnittswerte von 5,6 % ermittelt wurden.

Zur Untersuchung der Ursachen für die Variabilität der NPN-Gehalte wurde eine Varianzanalyse durchgeführt, deren Ergebnisse in der Tabelle 10 zusammengestellt sind.

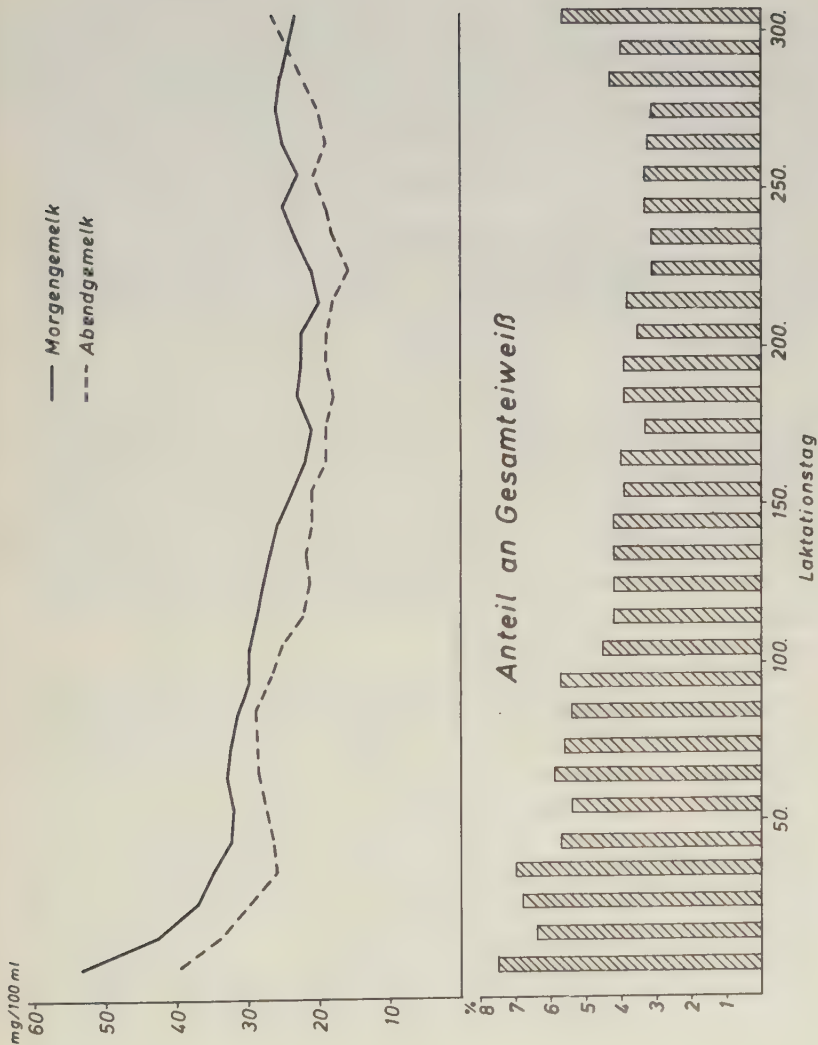


Abbildung 6: Verlauf des Gehaltes an NPN während der Laktation in den Morgen- und Abendmelken bei schwarzbunten Kühen (n=29)

Tabelle 10: Streuungszerlegung für den NPN-Gehalt der Milch

Varianzursache	FG	SQ	MQ	F-Wert	s ²	s ² %
zwischen den Gemelken	1	0,56	0,5619	50,17**	0,0006	4,4
zwischen Lakt. Abschnitten	30	2,24	0,0748	6,67**	0,0010	7,4
zwischen den Kühen	28	1,63	0,0582	5,19**	0,0007	5,2
Rest	1919	21,40	0,0112		0,0112	83,0
Gesamt	1978	25,83			0,0131	100,0

**) $p \leq 1 \%$;

Wie man den Werten der Tabelle 10 entnehmen kann, hatten die Unterschiede zwischen den Gemelken, zwischen den 10-tägigen Laktationsabschnitten sowie auch die individuellen Unterschiede zwischen den Kühen einen signifikanten Anteil an der Gesamtvarianz des NPN-Gehaltes im Milchserum. Allerdings ergaben sich für die drei untersuchten Varianzursachen nur geringe Varianzanteile. Die Restvarianz, in die alle nicht kontrollierten Einflüsse eingehen, betrug 83 %.

Bei der Analyse der Einzeltiere ergab sich der höchste Mittelwert mit 34,5 mg/100 ml, während für den niedrigsten Laktationsdurchschnitt 17,3 mg/100 ml errechnet wurde (vgl. Tabelle IX im Anhang). Die Standardabweichungen variierten zwischen 23,5 mg/100 ml und 12,6 mg/100 ml. Diese großen Unterschiede zwischen den Kühen sind im wesentlichen auf die NPN-Gehalte zu Beginn der Laktation zurückzuführen, die bei einigen Tieren in der ersten Laktationswoche bis zu 55 mg/100 ml betrugen. Bei anderen Kühen belief sich der Gehalt an NPN zu dieser Zeit dagegen nur auf 35 mg/100 ml.

3.2.3.2 Einfluß verschiedener Umweltfaktoren auf den Gehalt der Milch an NPN

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde auch geprüft, welchen Einfluß der Weideauftrieb im Frühjahr auf den Gehalt der Milch an NPN hatte. Die Veränderungen, die sich dabei in diesem Merkmal in den Morgen- und Abendgemelken ergaben, sind in der Abbildung 7 graphisch dargestellt.

Aus dem Verlauf der beiden Kurven in der Abbildung 7 ergibt sich, daß zwischen den Morgen- und Abendgemelken während der Weidezeit keine wesentlichen Unterschiede auftraten, obwohl der Anteil an NPN in den Morgengemelken dem Anteil in den Abendgemelken durchweg etwas überlegen war. Ein Einfluß des Weideauftriebs war in der ersten Weidewoche nicht festzustellen. Allerdings ergab sich danach bis zur 6. Weidewoche in beiden Gemelken ein Abfall, der im Vergleich zur letzten Stallwoche in den Morgengemelken einen um 11 mg/100 ml und in den Abendgemelken um 22 mg/100 ml signifikant niedrigeren Durchschnittswert brachte. Die Veränderungen beim Weideabtrieb waren in diesem Merkmal nicht signifikant.

Welchen Einfluß die Verfütterung von Maissilage mit einem 0,5 %igen Harnstoffzusatz auf den Gehalt der Milch an NPN hatte, geht aus der Abbildung 8 hervor, in der für die Kühe der Vergleichs- und Versuchsgruppe die Durchschnittswerte in diesem Merkmal graphisch dargestellt wurden.

Vor Versuchsbeginn bestanden in den Durchschnittswerten der beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede im Gehalt der Milch an NPN. Durch die Verfütterung von Maissilage mit Harnstoffzusatz stieg aber bereits in der ersten Versuchswoche der Durchschnittsgehalt an NPN von 28 mg/100 ml auf 35 mg/100 ml, während sich der entsprechende Wert für die Kontrolltiere etwas verringerte und in der ersten Versuchswoche nur 24 mg/100ml im Mittel betrug. Diese statistisch signifikante Differenz

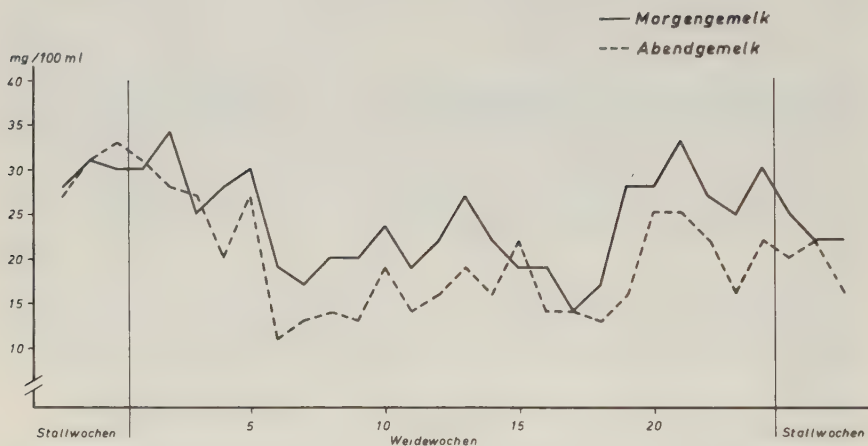


Abbildung 7: Der Gehalt der Milch an NPN in den Morgen- und Abendgemelken während der Weidezeit (n=29)

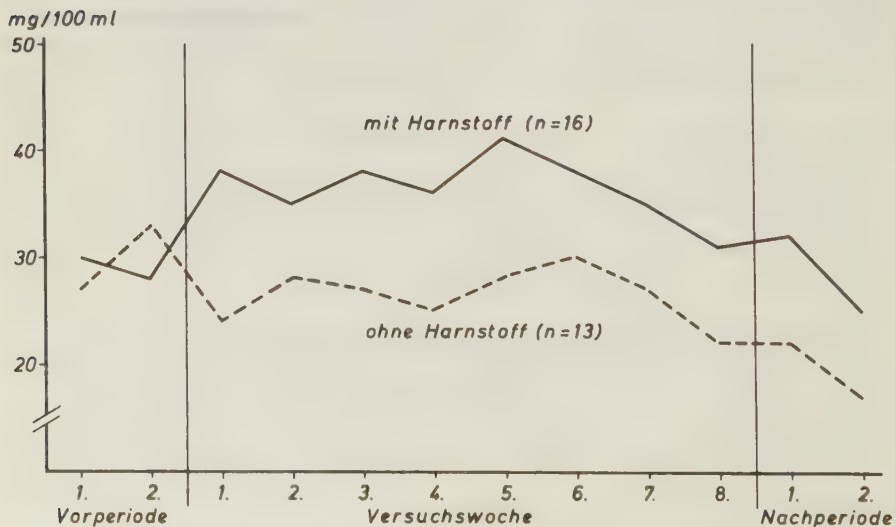


Abbildung 8: Einfluß einer Fütterung von Maissilage mit Harnstoffzusatz auf den Gehalt der Milch an NPN

blieb während der ganzen 8-wöchigen Versuchsperiode erhalten. Danach war bei beiden Gruppen ein Abfall zu beobachten, der auf die dann sofort anschließende Weidehaltung der Tiere bei der Gruppen zurückzuführen ist. Die Unterschiede zwischen den Gruppen blieben zunächst noch erhalten und hatten sich erst in der 5. - 6. Weidewoche wieder ausgeglichen. Im Durchschnitt der 8-wöchigen Versuchsperiode betrug der NPN-Gehalt in der Milch der Versuchstiere 36,5 mg/100 ml, während der entsprechende Wert für die Kontrolltiere bei 26,3 mg/100 ml lag und damit um 10,2 mg/100 ml signifikant niedriger war.

Die Ergebnisse, die sich aus der Untersuchung über den Einfluß des Alters auf den Gehalt der Milch an NPN ergaben, sind in der Tabelle 11 zusammengestellt.

Tabelle 11: Einfluß des Alters auf den Gehalt der Milch an NPN

Lakta- tion	Zahl der Kühe	NPN - Gehalt		Varia- tions- koeffi- zient	NPN - Anteil am Gesamteiweiß in %
		$\bar{x}$ in mg/100ml	s in mg/100ml		
1	6	28,3	20,7	73,14	5,13
2	7	25,1	18,7	74,50	4,57
3	7	25,1	16,7	66,53	4,70
4	7	23,5	17,2	73,19	4,50
5	2	23,1	17,3	74,89	4,58

Der höchste Durchschnittsgehalt der Milch an NPN wurde in den Milchproben derjenigen Kühe festgestellt, die sich in der ersten Laktation befanden. Mit steigendem Alter der Tiere verringerte sich der Gehalt der Milch an NPN, so daß sich von der ersten zu der fünften Laktation eine Differenz von

5,2 mg/100 ml ergab. Die errechneten Standardabweichungen und die Variationskoeffizienten sind relativ hoch. In den Anteilen von NPN am Gesamteiweißgehalt wurde für die Gruppe der jungen Kühe ein Wert errechnet, der nicht unwesentlich über den Durchschnittswerten der anderen Altersgruppen liegt.

Bei der varianzanalytischen Untersuchung ergaben sich im Gehalt der Milch an NPN signifikante Unterschiede zwischen den 5 Altersgruppen (F-Wert = 5,35). Die Prüfung auf Signifikanz dieser Differenzen hatte die in der Tabelle 12 zusammengestellten Ergebnisse erbracht.

Tabelle 12: Differenzen im mittleren Gehalt der Milch an NPN zwischen den Altersgruppen (Laktationen) und deren statistische Sicherung

	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_4$	$\bar{x}_5$
$\bar{x}_1$	3,54*	3,71*	5,47**	3,69*
$\bar{x}_2$		0	1,89	1,25
$\bar{x}_3$			1,99	1,28
$\bar{x}_4$				0

*) $p \leq 5 \%$; **) $p \leq 1 \%$;

Wie man den Werten der Tabelle entnehmen kann, bestanden zwischen den Kühen in der 1. Laktation und den älteren Tieren signifikante Unterschiede im Gehalt der Milch an NPN. Die Differenzen, die sich in diesem Merkmal zwischen den Tieren höherer Laktationen ergaben, waren dagegen statistisch nicht signifikant.

In einer Untersuchung über den Einfluß der Trächtigkeit auf den NPN-Gehalt der Milch waren sowohl bei güsten Tieren als auch bei Kühen, die sich in verschiedenen Trächtigkeitsmonaten befanden, keine Einflüsse auf den Gehalt der Milch an NPN nachzuweisen.

3.2.4 Der Gehalt des Milchserums an den einzelnen Eiweißfraktionen

3.2.4.1 Die Veränderungen während der Laktation

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde weiterhin untersucht, welche Veränderungen in den Eiweißfraktionen Serumalbumin, β -Lactoglobulin, α -Lactalbumin, Immunprotein des Milchserums im Verlauf einer Laktation eintreten. In der Tabelle 13 sind die Durchschnittswerte für die einzelnen Eiweißfraktionen in den Morgen- und Abendgemelken zusammengestellt. Außerdem enthält die Übersicht auch die entsprechenden R-Werte, die sich bei der photometrischen Auswertung der Elektropherogramme ergeben hatten.

Tabelle 13: Durchschnittlicher Gehalt der Morgen- und Abendgemelke an den 4 Eiweißfraktionen (n=1210)

F r a k t i o n	Morgengemelk			Abendgemelk		
	$\bar{x}_1$	s	Variat.-Koeff.	$\bar{x}_2$	s	Variat.-Koeff.
Serumalbumin %	0,021	0,011	53,0	0,022	0,011	51,9
R-Wert	4,0	2,04	50,2	4,0	1,90	47,0
β -Lactoglob. %	0,275	0,075	27,3	0,286	0,079	27,6
R-Wert	53,0	8,07	15,3	52,6	7,93	15,2
α -Lactalbumin %	0,145	0,044	30,1	0,154	0,046	30,1
R-Wert	28,5	6,08	21,6	28,7	6,19	21,9
Immunprotein %	0,076	0,051	67,4	0,084	0,053	63,9
R-Wert	14,5	8,61	61,2	14,7	8,49	57,4

In allen vier Eiweißfraktionen bestanden zwischen den Morgen- und Abendgemelken keine signifikanten Unterschiede in den Mittelwerten. In beiden Gemelken waren die Variationskoeffizienten beachtlich hoch und nahmen von Immunprotein über Serumalbumin und α -Lactalbumin zum β -Lactoglobulin ab.

Wie man aus den Werten der Tabellen V, VI, VII und VIII im Anhang entnehmen kann, bestanden während der Laktation auch in den mittleren R-Werten der 10-tägigen Laktationsabschnitte keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Morgen- und Abendgemelken. Die berechneten Standardabweichungen und Variationskoeffizienten sind insbesondere zu Beginn der Laktation in beiden Gemelken außerordentlich hoch. Die entsprechenden Durchschnittswerte für den Gehalt der Milch an den vier Eiweißfraktionen sind in den Tabellen Va, VIa, VIIa und VIIIa im Anhang zusammengestellt.

Die Veränderungen, die sich in den R-Werten der vier Eiweißfraktionen im Verlauf der Laktation ergaben, gehen aus der Kurvendarstellung der Abbildung 9 hervor.

Der Gehalt des Milchserums an Serumalbumin betrug im Durchschnitt der 29 untersuchten Kühe in der ersten Laktationswoche 3 % und stieg bis zur Mitte der Laktation auf etwa 4,5 % an. Danach verringerte sich der Anteil an dieser Fraktion und erreichte am Ende der Laktation wieder etwa 3 % (vgl. Tabelle V im Anhang).

Im Gehalt des Milchserums an β -Lactoglobulin ergab sich in der ersten Laktationswoche ein Durchschnittswert von 56,4 %. Dieser Wert verringerte sich im Verlauf der Laktation langsam und erreichte am 305. Laktationstag den geringsten Wert von 49,8 % (vgl. Tabelle VI im Anhang).

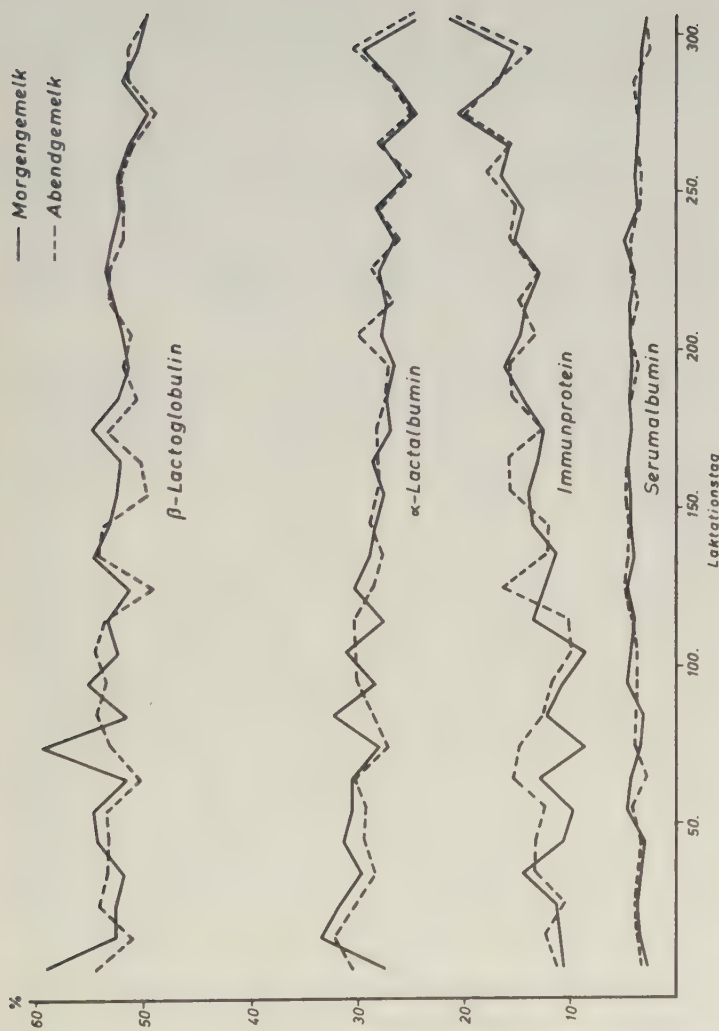


Abbildung 9: Veränderungen in den vier Eiweißfraktionen des Milchserums während der Laktation in den Morgen- und Abendgemelken (R-Werte; n=29)

Der Gehalt des Milchserums an α -Lactalbumin fiel ebenso wie der Gehalt an β -Lactoglobulin im Verlauf der Laktation allmählich ab. Während in den ersten Wochen nach dem Kalben durchschnittliche R-Werte von etwa 30 % ermittelt wurden, hatten sich die Werte am Ende der Laktation auf etwa 25 % verringert. (vgl. Tabelle VII im Anhang).

Im Gehalt des Milchserums an Immunprotein wurden nach der Kolostralmilchperiode die geringsten Durchschnittswerte mit etwa 11 % festgestellt. Im Verlauf der Laktation stieg der Gehalt an dieser Fraktion jedoch ständig an und erreichte nach 300 Laktationstagen einen Durchschnittswert von über 21 %.

Für die Untersuchung über die Ursachen der Variabilität in den vier Eiweißfraktionen des Milchserums wurden Varianzanalysen berechnet. Die Ergebnisse dieser Berechnungen, die auf der Grundlage der R-Werte durchgeführt wurden, sind in der Tabelle 14 zusammengestellt.

Die Unterschiede zwischen den Morgen- und Abendgemelken hatten keinen signifikanten Einfluß auf die Gesamtvarianzen der vier untersuchten Eiweißfraktionen. Dagegen hatten sowohl die Unterschiede zwischen den 10-tägigen Laktationsabschnitten als auch die Unterschiede zwischen den Kühen die Gesamtvarianzen dieser vier Merkmale beeinflußt. Die Varianzanteile aus den Unterschieden zwischen den Laktationsabschnitten waren beim Serumalbumin mit 4,3 %, beim β -Lactoglobulin mit 2,0 % und beim α -Lactalbumin mit 5,3 % niedriger als die Varianzanteile, die sich bei diesen Merkmalen aus den Unterschieden zwischen den Kühen ergeben hatten. Im Gehalt des Milchserums an Immunprotein ergab sich jedoch für die Unterschiede zwischen den Kühen mit 4,1 % ein geringerer Varianzanteil. Bei allen Fraktionen war die Restvarianz als Summe aller nicht kontrollierten Einflüsse recht hoch.

Tabelle 14: Streuungszzerlegung für die vier Eiweißfraktionen des Milchserums

Varianzursache	FG	SQ	MQ	F	s ²	s ² %
S e r u m a l b u m i n						
zwischen.d.Gemelken	1	0,02	0,02	0,005	0,0000	0,0
zwischen.d.Laktationsabschnitten	30	375,41	12,5136	3,77**	0,1678	4,3
zwischen.d.Kühen	28	785,65	28,0589	8,47**	0,4206	10,8
Rest	1648	5463,32	3,3151		3,3151	84,9
Gesamt	1707	6624,40			3,9035	100,0
B - L a c t o g l o b u l i n						
zwischen.d.Gemelken	1	176,00	176,0000	3,65	0,1496	0,2
zwischen.d.Laktationsabschnitten	30	3604,31	120,1437	2,49**	1,3124	2,0
zwischen.d.Kühen	28	25966,28	927,3671	19,24**	14,9534	23,2
Rest	1648	79448,32	48,2089		48,2089	74,6
Gesamt	1707	109194,91			64,6243	100,0
α - L a c t a l b u m i n						
zwischen.d.Gemelken	1	1,00	1,0000	0,03	0,0000	0,0
zwischen.d.Laktationsabschnitten	30	4219,34	140,6447	4,77**	2,0281	5,3
zwischen.d.Kühen	28	11469,62	409,6292	13,90**	6,4623	17,0
Rest	1648	48580,63	29,4785		29,4785	77,7
Gesamt	1707	64270,59			37,9689	100,0
I m m u n p r o t e i n						
zwischen.d.Gemelken	1	215,71	215,71	3,30	0,1760	0,2
zwischen.d.Laktationsabschnitten	30	10348,07	344,9356	5,28**	5,1018	6,9
zwischen.d.Kühen	28	6771,98	241,8564	3,70**	3,0012	4,1
Rest	1648	107607,13	65,2956		65,2956	88,8
Gesamt	1707	124942,89			73,5746	100,0

Ein Vergleich der Einzeltiere in ihren durchschnittlichen Gehalten an den vier untersuchten Eiweißfraktionen (R-Werte) ergab, daß in allen diesen Merkmalen große individuelle Unterschiede zwischen den Kühen bestanden. Eine Zusammenstellung dieser Werte findet sich in der Tabelle X im Anhang. Danach variierten die Einzeltiere im Gehalt der Milch an Serumalbumin im Durchschnitt der Laktation zwischen 5,4 % und 2,8 %, während sich für den Gehalt an β -Lactoglobulin und α -Lactalbumin Werte zwischen 61,3 % und 47,7 % bzw. 32,8 % und 22,9 % errechneten. Im Gehalt des Milchserums an Immunprotein ergaben sich im Vergleich zu den übrigen drei Eiweißfraktionen die größten Schwankungen, die zwischen 19,0 % und 9,9 % lagen.

3.2.4.2 Einfluß verschiedener Umweltfaktoren auf den Gehalt des Milchserums an den vier Eiweißfraktionen

Der Einfluß von Veränderungen in der Fütterung und Haltung der Kühe auf den Gehalt des Milchserums in den vier Eiweißfraktionen wurde beim Weideauftrieb im Frühjahr untersucht. Dabei ergab sich, daß während der letzten drei Stallwochen vor dem Weideauftrieb in allen vier untersuchten Eiweißfraktionen des Milchserums keine signifikanten Unterschiede zwischen den Morgen- und Abendgemelken bestanden. Auch auf der Weide traten in diesen vier Merkmalen zu keiner Zeit signifikante Unterschiede zwischen den Gemelken auf. Außerdem hatte sowohl der Weideauftrieb im Frühjahr als auch der Weideabtrieb im Herbst keine wesentlichen Veränderungen im Gehalt des Milchserums an den vier untersuchten Eiweißfraktionen gebracht. Der geringe Abfall im Gehalt an β -Lactoglobulin und an α -Lactalbumin sowie der Anstieg im Gehalt an Immunprotein während der 24 Weidewochen ist auf den Einfluß der fortschreitenden Laktation zurückzuführen.

Im Rahmen dieser Arbeit sollten auch die Veränderungen bei der Verfütterung von Maissilage mit einem 0,5 %-igen Harnstoffzusatz im Gehalt des Milchserums an den vier Eiweißfraktionen untersucht werden. Zwischen den beiden Versuchsgruppen bestanden vor Beginn der Versuchsfütterung keine signifikanten Unterschiede in den vier untersuchten Eiweißfraktionen. Auch während der 8-wöchigen Versuchsdauer wurden in diesen vier Merkmalen keine signifikanten Differenzen festgestellt, die auf den Einfluß der Harnstoffzugabe zurückgeführt werden können. Alle vier Eiweißfraktionen hatten sich während der 8-wöchigen Versuchsperiode in ihrem Gehalt kaum verändert, unabhängig davon, ob die Kühe Maissilage mit oder ohne Harnstoffzusatz verabreicht erhielten.

Über den Einfluß des Alters auf den Gehalt des Milchserums an den vier Eiweißfraktionen geben die Ergebnisse der Tabelle 15 Auskunft.

Wie man den Werten der Tabelle 15 entnehmen kann, hatten die Gehalte des Milchserums an Serumalbumin, α -Lactalbumin und Immunprotein mit steigendem Alter der Kühe zugenommen, während sich der Anteil an β -Lactoglobulin verringerte. Für den Gehalt an Serumalbumin und Immunprotein ergaben sich besonders große Standardabweichungen, woraus sich entsprechend hohe Variationskoeffizienten errechneten. Dagegen wurden im Gehalt an β -Lactoglobulin und α -Lactalbumin wesentlich geringere Werte für die Streuung ermittelt. Außerdem kann festgestellt werden, daß sich die Variationskoeffizienten für den Gehalt an Serumalbumin, β -Lactoglobulin und Immunprotein mit steigendem Alter verringerten, während dies beim α -Lactalbumin nicht zu beobachten war.

Bei der varianzanalytischen Untersuchung hatten sich für jede der vier Eiweißfraktionen signifikante Unterschiede zwischen den Altersgruppen ergeben (F-Werte: Serumalbumin 7,85, β -Lactoglobulin 44,96, α -Lactalbumin 24,44, Immunprotein 5,80). Daher wurden die Differenzen zwischen den 5 Altersgruppen errechnet

Tabelle 15: Einfluß des Alters auf den Gehalt des Milchserums
an den vier untersuchten Eiweißfraktionen

Lakta- tion	Zahl der Kühe	Serumalbumin $\bar{x}$ s in % in %	Varia- tions- koeff.	β -Lactoglob. $\bar{x}$ s in % in %	Varia- tions- koeff.	α -Lactalbumin $\bar{x}$ s in % in %	Varia- tions- koeff.	Immunprotein $\bar{x}$ s in % in %	Varia- tions- koeff.
1	6	3,6 1,85	51,1	56,9 8,50	14,9	25,7 5,19	20,2	12,9 8,82	68,3
2	7	4,2 2,00	47,7	52,5 7,66	14,6	28,9 5,48	19,0	13,6 7,76	56,8
3	7	4,0 1,99	50,0	53,2 7,53	14,2	27,3 6,16	22,6	14,6 8,81	60,1
4	7	4,1 1,94	47,3	49,9 6,82	13,7	29,6 6,20	20,9	15,6 8,66	55,4
5	2	4,8 1,84	38,5	48,8 6,70	13,7	29,8 6,75	22,6	15,4 8,35	54,2

und auf Signifikanz geprüft. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 16 zusammengestellt.

Im Gehalt an Serumalbumin ergaben sich zwischen den Tieren in der ersten Laktation und allen älteren Kühen signifikante Unterschiede. Diese bestanden ebenso bei den Tieren der zweiten, dritten und vierten Altersklasse, wenn sie mit den Kühen in der fünften Laktation verglichen wurden. Somit war mit steigendem Alter im Durchschnitt auch der Gehalt an Serumalbumin angestiegen.

Auch im Gehalt an β -Lactoglobulin konnte ein Einfluß des Alters auf die Durchschnittswerte dieses Merkmals nachgewiesen werden. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Altersklassen waren bis auf zwei Ausnahmen statistisch signifikant. Der Gehalt an β -Lactoglobulin hatte sich in der vorliegenden Untersuchung mit steigendem Alter der Kühe von 56,9 % auf 48,8 % signifikant verringert. Weiterhin konnte ein Einfluß des Alters auf den Gehalt des Milchserums an α -Lactalbumin nachgewiesen werden. Dabei bestanden zwischen den Kühen der ersten Laktation und den älteren Tieren signifikante Unterschiede in diesem Merkmal. Außerdem ergaben sich noch einige signifikante Differenzen zwischen den älteren Tieren. Insgesamt hatte sich damit der Gehalt des Milchserums an α -Lactalbumin mit steigendem Alter der Kühe erhöht.

Auch im Gehalt des Milchserums an Immunprotein wurden Einflüsse des Alters der Kühe auf die Konzentration des Milchserums an diesem Merkmal nachgewiesen. Mit steigendem Alter der Kühe war auch der Gehalt an Immunprotein im Mittel angestiegen.

Eine Untersuchung über den Einfluß der Trächtigkeit auf den Gehalt des Milchserums an den vier Eiweißfraktionen ergab, daß zwischen den Kühen, die bereits 10 Wochen nach dem Kalben wieder trächtig waren, und güsten Tieren, in diesen vier Merkmalen keine Differenzen bestehen, die auf unterschiedliche Trächtigkeitsstadien zurückgeführt werden können.

Tabelle 16: Differenzen im mittleren Gehalt des Milchserums an den vier Eiweißfraktionen zwischen den Altersgruppen (Laktationen) und deren statistische Sicherung

S e r u m a l b u m i n

	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_4$	$\bar{x}_5$
$\bar{x}_1$	5,3**	3,4*	4,6**	7,4**
$\bar{x}_2$		2,2	0,9	3,9**
$\bar{x}_3$			1,3	5,4**
$\bar{x}_4$				4,6**

β - L a c t o g l o b u l i n

$\bar{x}_1$	10,8**	9,4**	17,4**	13,4**
$\bar{x}_2$		1,8	6,7**	6,2**
$\bar{x}_3$			9,1**	7,4**
$\bar{x}_4$				1,8

α - L a c t a l b u m i n

$\bar{x}_1$	10,0**	4,9**	12,2**	8,7**
$\bar{x}_2$		5,5**	2,6	2,0
$\bar{x}_3$			8,2**	5,6**
$\bar{x}_4$				0,5

I m m u n p r o t e i n

$\bar{x}_1$	1,6	3,8**	6,0**	3,7*
$\bar{x}_2$		2,4	4,8**	2,7
$\bar{x}_3$			2,4	1,2
$\bar{x}_4$				0,3

*) $p \leq 5\%$; **) $p \leq 1\%$;

3.2.5 Die Beziehungen zwischen den untersuchten Merkmalen

Über die Beziehungen zwischen den verschiedenen stickstoffhaltigen Bestandteilen der Milch liegen im Schrifttum einige Angaben vor (THOME 1950; BERGMAN u. Mitarb. 1953). COMBERG u. Mitarb. (1959) hatten bei 68 Laktationen zwischen dem Gehalt der Milch an Gesamteiweiß und dem Kaseingehalt einen signifikanten Korrelationskoeffizienten von $r = 0,909$ sowie einen Regressionskoeffizienten von $b = 0,69$ errechnet. Außerdem konnten diese Autoren zwischen dem Gehalt der Milch an Gesamteiweiß und dem Albumin- und Globulinanteil eine signifikante Korrelation von $r = 0,58$ und einen Regressionskoeffizienten von $b = 0,158$ ermitteln. In den gleichen Untersuchungen werden zwischen dem Kaseingehalt und dem Gehalt an Albumin + Globulin ein Korrelationskoeffizient von $r = 0,364$ und ein Regressionskoeffizient von $b = 0,131$ mitgeteilt.

Die Beziehungen, die sich in der vorliegenden Untersuchung zwischen den stickstoffhaltigen Bestandteilen der Milch ergaben, sind in der Tabelle 17 zusammengestellt. In diesen Berechnungen wurden die Einflüsse, die sich aus den Unterschieden zwischen den Morgen- und Abendgemelken ergaben, ausgeschaltet. Außerdem wurden die Grundwerte vor der Ermittlung der Koeffizienten von den Einflüssen der fortschreitenden Laktation bereinigt.

In der Tabelle 17 wurden im oberen Dreieck die errechneten Korrelationskoeffizienten und im unteren Dreieck die entsprechenden Regressionskoeffizienten aufgeführt, wobei die Merkmale auf der Abszisse als unabhängige Variable betrachtet wurden. Außerdem ist darauf hinzuweisen, daß sich die Regressionskoeffizienten für die vier untersuchten Eiweißfraktionen des Milchserums auf die entsprechenden R-Werte beziehen.

Für die Beziehung zwischen dem Gesamteiweißgehalt und dem Gehalt der Milch an Kasein ergab sich eine hohe signifikante positive Korrelation von $r = 0,89$. Der dazugehörige Regressions-

Tabelle 17: Beziehungen zwischen den stickstoffhaltigen Bestandteilen der Milch

M e r k m a l	Gesamteiweiß	Kasein	Serumprotein	NPN	Serumalbumin	β -Lactoglobulin	α -Lactalbumin	Immunprotein
Gesamteiweiß		0,89**	0,18*	0,19*	0,08	0,07	-0,09	-0,01
Kasein	0,816		-0,01	0,03	0,07	0,04	-0,05	-0,01
Serumprotein	0,075	-0,004		-0,54**	0,02	0,00	-0,09	0,06
NPN	0,075	0,012	-0,513		0,00	0,10	-0,03	-0,06
Serumalbumin	0,554	0,570	0,382	0,145		-0,28**	-0,03	0,05
β -Lactoglobulin	2,067	1,338	-0,121	8,249	-1,161		-0,22**	-0,69**
α -Lactalbumin	-2,003	-1,168	-5,126	-2,030	-0,831	-0,169		-0,49**
Immunprotein	-0,366	-0,484	4,254	-5,061	0,219	-0,717	-0,673	

*) $p \leq 0,05$; **) $p \leq 0,01$;

koeffizient besagt, daß man bei einem Anstieg des Gesamteiweißgehaltes um 1 % im Durchschnitt auch mit einer gleichzeitigen Erhöhung des Kaseingehaltes um 0,8 % rechnen kann. Ebenso ergaben sich zwischen dem Gesamteiweißgehalt und dem Gehalt an Serumprotein sowie an NPN signifikante positive Korrelationen, so daß entsprechend den Regressionskoeffizienten bei einem Anstieg im Gesamteiweißgehalt um 1 % sich auch der Gehalt an Serumprotein und an NPN jeweils um 0,07 % erhöht. Zu den vier Eiweißfraktionen war der Gehalt an Gesamteiweiß jedoch nicht signifikant korreliert.

Zwischen dem Kaseingehalt und dem Gehalt der Milch an Serumprotein, NPN und den vier Eiweißfraktionen bestehen keine signifikanten Beziehungen. Für den Serumproteingehalt ergab sich nur zum NPN-Anteil eine signifikante negative Korrelation, bei der eine Steigerung des Serumproteingehaltes um 1 % im Durchschnitt eine gleichzeitige Verringerung des NPN-Anteils um 0,5 mg/100 ml erwarten läßt. Zwischen dem Anteil an NPN und den vier Eiweißfraktionen des Milchserums errechneten sich keine signifikanten Werte.

Bei den untersuchten Eiweißfraktionen bestanden signifikante negative Beziehungen zwischen β -Lactoglobulin und den übrigen drei Eiweißfraktionen. Ebenso wurde zwischen dem Gehalt an β -Lactalbumin und Immunprotein eine signifikante negative Beziehung errechnet.

4. Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen zeigen, daß von den stickstoffhaltigen Bestandteilen der Milch sich der Gehalt an Kasein im Verlauf der Laktation am stärksten veränderte. Der hohe durchschnittliche Gehalt in diesem Merkmal von 3,13 % zu Beginn der Laktation verringerte sich bis zur 24. Laktationswoche um 0,48 %, stieg danach wieder an und erreichte am Ende der Laktation einen Durchschnittswert von 3,23 %. Im Vergleich zum Kasein, das in der Milch kolloidal verteilt ist, veränderten sich die in echter Lösung befindlichen Bestandteile erheblich weniger. Dies trifft nicht nur für den Gehalt an Serumprotein zu, sondern auch für die Gesamtheit der im Milchserum vorhandenen Stickstoffverbindungen nichteiweißartiger Natur. Vergleicht man jedoch die Veränderung dieser stickstoffhaltigen Bestandteile in Relation zu den entsprechenden Mittelwerten, so ergeben sich Variationskoeffizienten, die für den Gehalt an Kasein 11,0, für den Gehalt an Serumprotein 25,8 und für den Anteil an NPN 74,5 betragen.

Innerhalb der vier untersuchten Eiweißfraktionen des Milchserums hatte das als Makromolekül vorliegende Immunprotein die größte Variabilität, während die Fraktionen β -Lactoglobulin, α -Lactalbumin und Serumalbumin mit ihren geringeren Molekulargewichten relativ konstant blieben. Bei den Untersuchungen über die Einflüsse unterschiedlicher Fütterung und Haltung auf den Gehalt der Milch an den einzelnen stickstoffhaltigen Bestandteilen wurde die Auswirkung des Weideauftriebs im Frühjahr auf diese Merkmale geprüft. Dieser Zeitpunkt erscheint deshalb als besonders günstig, weil sich dabei nicht nur die Futterration, sondern auch die Haltungsweise der Tiere in kurzer Zeit erheblich verändern. Daher sollte ein möglicher fütterungsbedingter Einfluß auf den Gehalt der Milch an den einzelnen stickstoffhaltigen Bestandteilen zu dieser Zeit besonders deutlich werden.

Die in der vorliegenden Untersuchung ermittelte signifikante Steigerung des Kaseingehaltes um 0,23 % in den Morgengemelken und 0,14 % in den Abendgemelken durch den Weideauftrieb im Frühjahr wurde nicht durch eine mögliche Unterversorgung der Kühe an Futtereiweiß während der letzten Stallwochen verursacht, denn alle Tiere standen zu dieser Zeit in exakter Einzelfütterung, wobei nicht nur die Futtermittel individuell zugeteilt, sondern auch die Nährstoffzufuhr kontrolliert wurde. Ein steigender Einfluß des Weideauftriebs auf den Kaseingehalt wird besonders dadurch sichtbar, daß der Anstieg nach 6 Wochen wieder ausgeglichen ist und zu dieser Zeit etwa die gleichen Durchschnittswerte wie vor dem Weideauftrieb gefunden wurden. Dadurch können die Ergebnisse von HOLMES u. Mitarb. (1956) sowie ROOK u. Mitarb. (1959 und 1960) bestätigt werden, die beim Weideauftrieb im Frühjahr ebenfalls einen Anstieg im Kaseingehalt der Milch gefunden hatten. Der Einfluß der Laktation auf dieses Merkmal wird erst in der zweiten Hälfte der Weideperiode durch einen langsamen Anstieg erkennbar.

Besonders interessant ist, daß mit der kurzzeitigen Erhöhung im Kaseingehalt gleichzeitig eine signifikante Verringerung im Gehalt der Milch an NPN um etwa 16 mg/100 ml im Durchschnitt der beiden Gemelke eintrat. Ähnliche Ergebnisse haben auch ROOK u. Mitarb. (1959 und 1960) mitgeteilt.

Im Gehalt an Serumprotein sowie in den Anteilen der vier untersuchten Eiweißfraktionen des Milchserums waren durch den Weideauftrieb im Frühjahr keine Veränderungen eingetreten.

Durch die Verfütterung von Maissilage mit einem Harnstoffzusatz von 0,5 % zeigte sich im Gehalt des Kaseins ein signifikanter Anstieg um 0,09 %, wodurch die Ergebnisse von KARISCHEWA u. Mitarb. (1960) bestätigt werden, die bei einer Harnstoffzufuhr von 100 g pro Tier und Tag einen Anstieg im Kaseingehalt von 0,1 % feststellen konnten. Bei den übrigen untersuchten stickstoffhaltigen Bestandteilen ergab sich nur noch im Anteil an NPN eine signifikante Erhöhung um durchschnittlich 10 mg je

100 ml. Als Erklärung hierfür könnte die Ansicht von ORTH u. Mitarb. (1962) dienen, daß bei rohfaserreichen Grundfuttermitteln, z.B. Maissilage mit durchschnittlich 6 % Rohfaser, der NPN-Gehalt der Milch ansteigt, während bei rohfasearmen Grundfuttermitteln, die reich an leicht vergärbaren Kohlenhydraten sind, z.B. Zuckerrübenblattsilage mit durchschnittlich 3 % Rohfaser, der Harnstoff besser verwertet wird und daher nicht als vermehrter NPN-Anteil in der Milch auftritt (ORTH u. Mitarb. 1962).

Bei den Untersuchungen über den Einfluß des Alters auf den Gehalt der Milch an stickstoffhaltigen Bestandteilen ergab sich, daß mit steigendem Alter der Kühe der Gehalt an Kasein und NPN signifikant abfiel, während der Gehalt an Serumprotein sich erst nach der zweiten Laktation signifikant verringerte. Für den Kaseingehalt haben PETKOW (1967) und WAITE (1968) ähnliche Ergebnisse mitgeteilt.

Bei den Eiweißfraktionen des Milchserums zeigte sich mit steigendem Alter der Kühe im Gehalt an α -Lactalbumin und Immunprotein ein Anstieg, während der Gehalt an β -Lactoglobulin entsprechend abnahm.

5. Zusammenfassung

Von 29 schwarzbunten Kühen wurden während vollständiger Laktationen wöchentlich Milchproben aus je einem Morgen- und einem Abendgemelk gewonnen und darin der Gehalt an den stickstoffhaltigen Bestandteilen Kasein, Serumprotein, Nichtproteinstickstoff (NPN), sowie die Eiweißfraktionen Serumalbumin, β -Lactoglobulin, α -Lactalbumin und Immunprotein bestimmt. Die Untersuchung brachte folgende Ergebnisse:

1. Im Gehalt der Milch an Kasein und Serumprotein waren im Durchschnitt der Laktationen die Abendgemelke den Morgengemelken um 0,07 % Kasein bzw. 0,02 % Serumprotein signifikant überlegen. Demgegenüber war der Gehalt an NPN in den Morgengemelken um 5 mg/100 ml signifikant höher als in den Abendgemelken. Im Gehalt des Milchserums an den vier untersuchten Eiweißfraktionen bestanden keine Unterschiede.
2. Eine varianzanalytische Untersuchung zeigte, daß bei allen untersuchten Merkmalen die Unterschiede zwischen den Kühen einen signifikanten Varianzanteil zur Gesamtvarianz lieferten. Der relative Varianzanteil betrug beim Kasein 21,4 %, beim Serumprotein 4,5 % und beim NPN 5,2 %.
3. Durch den Weideauftrieb im Frühjahr hatte sich der Gehalt der Milch an Kasein signifikant um 0,23 % in den Morgengemelken und 0,14 % in den Abendgemelken erhöht. Dieser Anstieg war in beiden Gemelken nach 6 Weidewochen ausgeglichen. Demgegenüber hatte sich der Gehalt der Milch an NPN in den Morgengemelken gleichzeitig signifikant um 11 mg/100 ml und in den Abendgemelken um 22 mg/100 ml verringert. In den übrigen untersuchten Merkmalen traten keine wesentlichen Veränderungen auf.
4. Die Fütterung von Maissilage mit einem 0,5 %-igen Harnstoffzusatz hatte den Gehalt der Milch an Kasein signifikant um 0,09 % erhöht. Außerdem stieg der Gehalt an NPN signifikant um 10 mg/100 ml an. Bei den anderen untersuchten Merkmalen

war dagegen kein Einfluß festzustellen.

5. Von den nichtfütterungsbedingten Umweltfaktoren wurden die Einflüsse des Alters und der Trächtigkeit auf die stickstoffhaltigen Bestandteile der Milch untersucht. Dabei zeigte sich, daß der Gehalt an Kasein, an NPN und an der Eiweißfraktion β -Lactoglobulin mit steigendem Alter signifikant abnimmt, während sich der Gehalt an Serumalbumin, an α -Lactalbumin und an Immunprotein erhöht. Der Gehalt an Serumprotein hatte sich erst nach der zweiten Laktation mit steigendem Alter der Kühe signifikant verringert. Ein Einfluß der Trächtigkeit auf die untersuchten stickstoffhaltigen Bestandteile der Milch konnte nicht festgestellt werden.

6. Literaturverzeichnis

- ALAIS, C., (1963): Die Wirkung des Labfermentes auf das Kasein.
I. Das Problem der spezifischen Wirkung und
des Substrates.
Le Lait, 428, 481-489;
- ANAGAMA, Y., KAMI, T., (1960): zit. n. Schuster (1965)
J.Fac.Fish.Anim.Husb.Hiroshima Uni., 3, 191;
- ASHWORTH, U.S., (1965): Rapid method for the determination of
casein in milk by the dye binding method and
for the detection of mastitis.
J.Dairy Sci., 48, 537-540;
- AZARME, E., (1938): Schwankungen im Proteingehalt der Milch
während der Laktation.
J.Dairy Res., 9, 121-146;
- BERGMAN, T., JOOST, K., (1953): zit. n. Schuster (1965)
Mejeritekn.Medd., 14, 7;
- BLEYER, B., (1930): Zusammensetzung und Eigenschaften der Milch.
In: Handb.d.Milchwirtschaft von Grimmer-Weig-
mann-Winkler, 2, 7;
- BÖRGER, K., SEELEMAN, H., MROWETZ, G., (1954): Der Einfluß der
Maul- und Klauenseucheschutzimpfung auf die
Milchqualität.
Milchsw., 9, 163-165;
- BRUNNER, J.R., u. 6 Mitarb. (1960): Nomenclature of the pro-
teins of bovine milk.
J.Dairy Sci., 43, 901-911;
- COMBERG, G., (1951): Die Bestandteile der Kuhmilch schwarzbunter
Tieflandrinder und ihr Verhalten zueinander
im Verlaufe der Laktation.
Kühn-Archiv, 64, 302-364;
- COMBERG, G., VOIGTLÄNDER, K.H., (1959): Die Eiweißstoffe sowie
die fettfreie Trockensubstanz in der Kuh-
milch und die Problematik ihrer Bewertung in
der Praxis.
Arch.f.Tierz., 2, 317-350;
- COMBERG, G., GRÖNING, M., (1967): Die Einwirkung der Umwelt auf
die Milchbestandteile.
Milchsw., 22, 274-282;

- CROWTHER, RAISTRICK, (1919): zit. n. Oelze (1956)
Bioch.J., 13, 378;
- DAVIES, PROVAN, (1929): zit. n. Neseni u. Mitarb. (1947)
Milchw.Forsch.Ref., 8, 8;
- DELLAMONICA, E.S., HOLTEN, T.F., CALHOUN, M.J., ACETO, N.C. (1965):
Effect of season on the whey protein nitrogen distribution of pooled milk.
J.Dairy Sci., 48, 1585-1590;
- DEUTSCH, H.F., (1947): A study of whey proteins from the milk
of various animals.
J.Biol.Chem., 169, 2, 437-448;
- ENGEL, H., SCHLAG, H., (1925): Beiträge zur Kenntnis des Kolostrums der Kuh.
Milchw.Forsch., 2, 1-15;
- FREHSE, H., FINK, H., (1958): Zur Papier-Elektrophorese von Molkenproteinen aus Milch und Milchpulvern I.
Fett.Seif.Anstr., 60, 283-289;
- FREIMUTH, U., (1953): zit. n. Frehse u. Mitarb. (1958)
Biochem.Z., 324, 476, 504;
- FRICKER, A., (1952): Die Eiweißstoffe der Milch.
Molk.Ztg.Hildesheim, 6, 2235-2237;
- GARNIER, J., (1964): Mise au point sur la séparation, l'identification et le dosage des protéines du lait de vache à l'exclusion des caséines.
Ann.Biol.Anim.Biochim.Biophys., 4, 163-187;
- GHOSH, S.N., ANANTAKRISHNAN, C.P., (1964): Composition of milk.
Part V. Effect of stage of lactation.
Ind.J.Dairy Sci., 17, 17-28;
- GLOETZL, J., (1929): Beiträge zur Kenntnis der stickstoffhaltigen Bestandteile, insbesondere des Reststickstoffes der Kuhmilch.
Diss. Weihenstephan;
- GRASSMANN, W., HANNIG, K., (1952): Ein quantitatives Verfahren zur Analyse der Serumproteine durch Papier-elektrophorese.
Zt.physiol.Chem., 290, 1-27;
- HAMMARSTEN, O., (1883): zit. n. Oelze (1956)
Zt.Physiol.Chem;

- HANSSON, A.S., CARLI, B., (1950): The genetical determination of the composition of lacto-protein.
Acta Agr.Scan.I:1;
- HANSSON, E., (1954): En ny metod för bestämning av mjölkens äggvita.
Svenska Mejeritidningen, 577-579;
- HARLAND, H.A., COULTER, S.T., JENNESS, R., (1955): Natural variation of milk serum proteins as a limitation of their use in evaluating the heat treatment of milk.
J.Dairy Sci., 38, 858-869;
- HIETARANTA, H., HOLOPAINEN, P., (1962): Der Einfluß des Wetters während der Weideperiode auf das Fett-Eiweiß-Verhältnis der Milch.
XVI.Intern.Milchw.Kongr., A 141-143;
- HILPERT, H., ENKELMANN, D., (1963): Die Trennung von Kuhmilchmolkereiproteinen mit der präparativen kontinuierlichen Papierelektrophorese.
Milchw. 18, 109-112;
- HOLMES, W., WAITE, R., MACLUSKY, D.S., WATSON, J.N., (1956): Winter feeding of dairy cows. 1. The influence of level and source of protein and of the level of energy in the feed on milk yield and composition.
J.Dairy Res., 23, 1-12;
- HOPPE-SEYLER, (1882): zit. n. Oelze (1956)
- JAKUBOWSKI, J., SIENKIEWICZ, Z., NOWAK, E., (1959): A rapid method of determining the casein content of milk.
XV.Intern.Milchw.Kongr., 3, 1646-1649 ;
- JARRIGE, R., (1953): Etudes sur les variations de la richesse en constituants azotes des laits de vache.
1.Ann.Zootechn., 2, 33-53;
- JENNESS, R. u. 5 Mitarb., (1956): Nomenclature of the proteins of bovine milk.
J.Dairy Sci., 39, 536-541;
- JENNESS, R., PATTON, S., (1967): Grundzüge der Milchchemie.
BLV München-Basel-Wien;
- JOHNSON, B.C., SWANSON, A.M., (1952): Milk serum proteins. I. A quantitative biuret test for milk serum proteins.
J.Dairy Sci., 35, 823-828;

- KARISCHEWA, A., KUDASSOW, L., (1962): Der Einfluß des Verfütterns von Harnstoff auf die Zusammensetzung und die technologischen Eigenschaften der Milch.
Mol.Prom., 23, 35-36;
- KÄSTLI, P., BAUMGARTNER, H., GERBER, H., STETTLER, H., BRUDERER, G., (1966): Einfluß der Schutzimpfung gegen Maul- und Klauenseuche auf Menge und Qualität der Milch.
Schweiz.Archiv f.Tierheilkunde, 108, 708-717;
- KIEFERLE, F., GLOETZL, J., (1931): Beiträge zur Kenntnis des Reststickstoffs der Kuhmilch.
Milchw.Forsch., 11, 62-117;
- KIEFERLE, F., MERKLE, H., LEICHT, W., (1932): Trockenhefe als Beifutter für Milchkühe. II. Mitt.: MilCHFett und stickstoffhaltige Bestandteile der Milch unter dem Einfluß der Beifütterung von Trockenhefe.
Milchw.Forsch., 13, 195-210;
- KIRCHMEIER, O., (1968): Eine Methode zur schnellen und quantitativen Erfassung des Caseingehaltes von Milch.
Milchw., 23, 403-405;
- KOFRANYI, E., (1950): Eine Schnellmethode zur Ermittlung des Eiweißgehaltes der Kuhmilch.
Milchw., 5, 51-54;
- KOPATSCHEK, F., (1929): zit. n. Nesení u. Mitarb. (1948)
Milchw. Zbl., 58, 298;
- LARSON, B.L., ROLLERI, G.D., (1954): Heat denaturation of the specific serum proteins in milk.
J.Dairy Sci., 37, 633;
- LARSON, B.L., ROLLERI, G.D., (1955a): Heat denaturation of the specific serum proteins in milk.
J.Dairy Sci., 38, 351-360;
- LARSON, B.L., JENNESS, R., (1955b): Identification of α -lactalbumin in the electrophoretic pattern of milk serum proteins.
J.Dairy Sci., 38, 313-315;
- LARSON, B.L., KENDALL, K.A., (1957): Protein production in the bovine. Daily production of the specific milk proteins during the lactation periode.
J.Dairy Sci., 40, 377-386;

- LEALI, L., (1958): Ricerche sulla determinazione del contenuto proteico del latte. I. I metodi di titolazione al formolo.
Latte, 32, 547-551;
- LEVITON, A., (1957): zit. n. Frehse u. Mitarb. (1958)
J.agric.Food Chem., 5, 532;
- MAIR, H., (1952): Beiträge zur Kenntnis der Stickstoffsubstanzen der Kuhmilch, insbesondere des Reststickstoffs und seiner Bestandteile.
Diss.München;
- MAKRIS, (1876): zit. n. Oelze (1956): Studien über die Eiweißkörper der Frauen- und Kuhmilch.
Diss.Straßburg;
- McMEEKIN, T.L., (1952): zit. n. Frehse u. Mitarb. (1958)
J.Milk Food Technol., 15, 57;
- MHATRE, N.S., LEEDER, J.G., WOGAN, G.N., (1962): Cellulose acetate electrophoresis of milk serum proteins.
J.Dairy Sci., 45, 717-723;
- MÖLLER, P.D., (1967): Untersuchungen über die Harnstoffverwertung während der Laktation.
Diss.Göttingen;
- MULDER, J.G., (1838): zit. n. Frehse u. Mitarb. (1958)
Ann.Pharmazie, 28, 73;
- MUMM, H., (1964): Vergleich verschiedener Methoden zur Bestimmung des Caseingehaltes von Milch.
Molk. u. Käs.Ztg., 15, 434-435;
- MÜNCHBERG, F., LESKOVA, R., SVASTICS, D., (1969): Beitrag zur refraktometrischen Kasein- und Gesamteiweißbestimmung in der Milch.
Milchw., 24, 65-67;
- NESENI, R., KÖRPRICH, H., (1947): Der Einfluß der Fütterung und Laktation auf die Proteine und deren Beziehung zum Fettgehalt der Kuhmilch.
Milchw., 1, 389-396, 405-414;
- NESENI, R., KÖRPRICH, H., (1948): Der Reststickstoffgehalt in normaler Kuhmilch.
Milchw., 2, 186-189;
- NESENI, R., GRUHN, R., FREIMUTH, U., (1952): Das Fett-Eiweiß-Verhältnis in der Kuh- und Ziegenmilch und seine Bedeutung für die Fütterung der Milchtiere.
Archiv f.Tierern., 2, 152-165;

- NICKERSON, T.A., (1960): Chemical composition of milk.
J.Dairy Sci., 43, 598-606;
- OELZE, A., (1956): Über die Eiweißfraktionen des Milchserums.
Diss.München;
- ORTH, A., KAUFMANN, W., (1961): Zur Beeinflussung des Eiweiß-
gehaltes der Milch durch die Fütterung.
Futter und Fütterung, 7;
- ORTH, A., KAUFMANN, W., (1962): Zum Einsatz von "Vitkas" in der
Milchviehfütterung.
Kiel.Milchw.Forsch.ber., 14, 3-10;
- PALMER, (1934): zit. n. Oelze (1956)
J.Biol.Chem., 104, 359;
- PETKOW, K., (1967): Einfluß der Fütterung auf Menge und Quali-
tät des Eiweiß in der Kuhmilch.
Zesz.Nauk.WSR w Szczecinie, 23, 33-45;
- PFYL, TURNAU, (1912): zit. n. Oelze (1956)
Arbeiten am Kaiserl.Gesundheitsamt 40,
245-304;
- PIJANOWSKI, E., HABAY, B., HYZIAK, B., (1956): Über den Globulin-
gehalt der Milch und die Oxydierbarkeit
des MilCHFettes unter Berücksichtigung der
Gesamtmilchleistung.
XIV.Intern.Milchw.Kongr., 1, 292-300;
- POLITIEK, R.D., (1966): Probleme der Züchtung auf Milcheiweiß
beim Rind.
Wiss.Zt.Humboldt Uni.Berlin, 15, 333-340;
- PORTER, R.M., CONRAD, H.R., (1967): Postpartum changes in milk
serum protein fractions.
J.Dairy Sci., 50, (4), 505-508;
- PROBST, A., OSTERHOLZER, J., KIERMEIER, F., (1966): Zur Frage der
Genauigkeit der refraktometrischen Bestim-
mung von Casein in Milch.
Milchw., 21, 708-710;
- PROBST, A., OSTERHOLZER, J., KIERMEIER, F., (1967): Über Milch-
leistungseigenschaften wie Gesamteiweiß-
und Kaseingehalt bei Töchterpopulationen
von Besamungsbullen.
Zchtkde., 39, 28-39;

- ROBINSON, H.W., HOGDEN, C.C., (1940): The biuret reaction in the determination of serum proteins.
I. A study of the conditions necessary for the production of a stable color which bears a quantitative relationship to the protein concentration.
J.Biol.Chem., 135, 707-725;
- RODEN, H., (1960): Versuche zur Beeinflussung des Eiweißgehaltes der Kuhmilch durch Fütterung.
Diss.Kiel;
- ROEDER, G., (1954): Grundzüge der Milchwirtschaft und des Molkeriewesens.
Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin;
- ROHR, K., (1962): Untersuchungen über die Brauchbarkeit des Harnstoffs als Eiweißersatz beim Wiederkäuer.
Kiel.Milchw.Forsch.ber., 14, 285-305, 353-383;
- ROLLERI, G.D., LARSON, B.L., TOUCHBERRY, R.W., (1956): Protein production in the bovine. Breed and individual variations in the specific protein constituents of milk.
J.Dairy Sci., 39, 1683;
- ROOK, J.A.F., (1953): The effect of a high plane of nutrition on the composition of milk.
Proc.Nutrit.Soc., 12, VIII;
- ROOK, J.A.F., ROWLAND, S.J., (1959): Effect of spring grazing on the constituents of the solids-not-fat of milk.
XV.Intern.Milchw.Kongr., 1, 204-209;
- ROOK, J.A.F., LINE, C., ROWLAND, S.J., (1960): The effect of the plane of energy nutrition of the cow during the late winter-feeding period on the changes in the solids-not-fat content of milk during the spring-grazing period.
J.Dairy Res., 27, 427-433;
- ROOK, J.A.F., LINE, C., (1962): Der Einfluß der Höhe des Futterproteins auf die Milchleistung und chemische Zusammensetzung der Milch.
XVI.Intern.Milchw.Kongr., A, 57-62;
- ROOK, J.A.F., CAMPLING, R.C., (1965): Effect of stage and number of lactation on the yield and composition of cow's milk.
J.Dairy Res., 32, 45-55;

- ROWLAND, S.J., (1938a): The precipitation of the proteins in milk.
J.Dairy Res., 9, 30-41;
- ROWLAND, S.J., (1938b): The determination of the nitrogen distribution in milk.
J.Dairy Res., 9, 42-46;
- SEBELA, F., (1966): Unterschiede in der Zusammensetzung der wesentlichen Stickstoffverbindungen der Milch im Laufe der ersten und zweiten Hälfte der Laktationsperiode.
XVII.Intern.Milchw.Kongr., A, 263-267;
- SEBELA, F., TYLECEK, J., (1966): Einfluß verschiedenartiger stickstoffhaltiger Nährstoffe in der Futterration der Milchkühe auf die Zusammensetzung der Eiweiß- und der eiweißfreien Fraktionen der Milch.
XVII.Intern.Milchw.Kongr., A, 85-91;
- SEBELIN, J., (1885): zit. n. Oelze (1956) Beitrag zur Kenntnis der Eiweißkörper der Kuhmilch.
Zt.Physiol.Chem., 9, 445;
- SENF, B., RAPPEN, W.H., (1964): Untersuchung über die Zusammensetzung der Kolostralmilch bei schwarzbunten Kühen.
Milchw., 19, 577-583;
- SIMON, J.F., (1838): zit. n. Oelze (1956): Die Frauenmilch, nach ihrem chemischen und physiologischen Verhalten dargestellt.
Förstner 14, Berlin;
- SMEJKAL, O., (1933): Über den Reststickstoffgehalt verschiedener Milchproben.
Milchw.Forsch., 14, 251-261;
- SMITH, E.L., (1946): Isolation and properties of immune lactoglobulins from bovine whey.
J.Biol.Chem., 165, 665-676;
- SÖRENSEN, M., SÖRENSEN, S.P.L., (1939): The proteins in whey.
Compt.rend.trav.lab.Carlsberg, Ser.Chim. 23, 55;
- SUTERMEISTER, E., BROWNE, F.L., (1939): Casein and its industrial applications.
Reinhold Publishing Corp., New York;
- SCHNEIDER, P., (1966): Die Eiweißfraktionen der Kuhmilch im Verlaufe der Laktationen.
Archiv f.Tierz., 9, 451-460;

- SCHOBER, R., CHRIST, W., NICLAUS, W., (1954): Über die refraktometrische Bestimmung von Casein in Milch. Zt.f.Leb.-Unters.Forsch., 98, 299-302;
- SCHOBER, R., HETZEL, H.F., (1957): Untersuchungen zur Fraktionierung der Proteine im Milchserum durch Fällungsmethoden. Milchw., 12, 384-387;
- SCHÜBLER, (1817): zit. n. Oelze (1956) Landwirtschaftliche Blätter von Fellenberg 5, 119;
- SCHULTE, E., MÜLLER, F., (1955): Elektrophoretische Studien an Milchproteinen. I. Mitt.: Die papierelektrophoretische Trennung der Eiweißstoffe der Kuhmilch und der dazugehörigen Molke. Milchw., 10, 90-97;
- SCHUSTER, J., (1965): Einfluß des Eiweiß- und Caseingehaltes der Milch auf Ausbeute und Fettgehalt von Käse. Diss. München;
- STANLEY, W.G., ANDREWS, A.C., WHITNAH, C.H., (1950): Electrophoresis of milk proteins. I. Some comparisons of salt-acid and salt-lyophilized whey fractions. J.Dairy Sci., 33, 275-280;
- STANLEY, W.G., ANDREWS, A.C., WHITNAH, C.H., (1951): Electrophoresis of milk proteins. II. Some effects of methods of preparation on the electrophoretic patterns of whey proteins. J.Dairy Sci., 34, 265-272;
- THOME, K.E., (1950): zit. n. Schuster (1965) Svenska Mejeritidningen, 42, 35;
- THOMPSON, M.P. u. 5 Mitarb. (1965): Nomenclature of the proteins of cow's milk - second revision. J.Dairy Sci., 48, 159-169;
- TISELIUS, A., (1930): The moving boundary method of studying the electrophoresis of proteins. Diss.Uppsala;
- VAN SLYKE, BAKER, (1918): zit. n. Oelze (1956)
- VANDEGAER, J.E., MIETTINEN, J.K., (1953): zit. n. Frehse u. Mitarb. (1958) Acta chem.scand., 7, 1239;

- WAITE,R., (1968): The composition of the milk of young and of old cows.
J.Dairy Res., 35, 407-422;
- WEGELIN,E., (1952): On the proteins of milk whey.
Landbouwkundige Onderzoekingen Nr. 58,
3, Utrecht;
- WEIGT,U., (1959): Papierelektrophoretische Untersuchungen
an normalen Rindermilchseren.
Milchw., 14, 61-65;
- WICHMANN,A., (1899): zit. n. Frehse u. Mitarb. (1958)
Zt.Physiol.Chem., 27, 575;
- ZAHN, (1869): zit.n.Oelze (1956) Untersuchungen über die
Eiweißkörper der Milch.
Pflügers Archiv, 605;

Tabelle I: Milchmenge (kg) in den Morgen- und Abendgemelken im Verlauf der Laktationen von 29 schwarzbunten Kühen (n=1210)

Laktations- tage	Morgengemelk			Abendgemelk			Differenz $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$
	$\bar{x}_1$	s	V	$\bar{x}_2$	s	V	
8	10,79	3,23	29,94	8,22	2,34	28,50	2,57**
15	11,98	2,87	23,98	9,37	1,97	20,99	2,61**
25	13,30	3,05	22,95	10,05	2,13	21,19	3,25**
35	12,85	3,62	28,14	9,94	2,29	23,00	2,91**
45	13,12	3,06	23,35	9,71	2,22	22,92	3,41**
55	12,53	2,77	22,14	9,34	1,69	18,11	3,19**
65	12,28	2,50	20,33	9,22	1,87	20,32	3,06**
75	11,17	2,60	23,25	8,43	1,78	21,16	2,74**
85	10,76	2,80	25,98	8,27	1,84	22,24	2,49**
95	10,29	2,40	23,31	7,99	1,85	23,16	2,30**
105	9,93	2,29	23,09	7,57	1,50	19,88	2,36**
115	9,22	1,86	20,21	7,56	1,69	22,29	1,66**
125	8,71	2,12	24,33	7,22	1,45	20,12	1,49**
135	8,57	1,55	18,08	7,10	1,80	25,40	1,47**
145	8,38	1,63	19,46	7,17	1,46	20,40	1,21**
155	7,79	1,65	21,15	6,38	1,16	18,11	1,41**
165	7,66	1,60	20,96	6,49	1,27	19,56	1,17**
175	7,24	1,35	18,63	6,19	1,17	18,87	1,05**
185	7,23	1,80	24,90	5,75	1,52	26,51	1,48**
195	6,85	1,48	21,63	5,89	1,47	24,89	0,96**
205	6,69	1,45	21,69	5,74	1,57	27,44	0,95**
215	6,16	1,62	26,33	5,26	1,33	25,20	0,90**
225	5,74	1,68	29,19	4,98	1,35	27,12	0,76*
235	5,53	1,67	30,15	4,70	1,26	26,84	0,83**
245	5,16	1,70	32,87	4,43	1,45	32,73	0,73*
255	4,84	1,72	35,56	4,24	1,40	32,93	0,60
265	4,51	1,59	35,21	3,91	1,12	28,77	0,60*
275	4,61	1,63	35,26	3,96	1,36	34,23	0,65
285	3,96	1,34	33,92	3,33	0,93	27,84	0,63*
295	4,02	1,49	37,02	3,38	1,26	37,35	0,64
305	3,79	1,29	34,03	3,41	0,90	26,26	0,38
$\emptyset$	8,33	3,62	43,39	6,69	2,57	38,46	1,64**

*) $p \leq 0,05$; **) $p \leq 0,01$;

Tabelle II: Der Gehalt an Kasein (%) in den Morgen- und Abendgemelken im Verlauf der Laktation von 29 schwarzbunten Kühen (n=1210)

Laktations- tage	Morgengemelk			Abendgemelk			Differenz $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$
	$\bar{x}_1$	s	V	$\bar{x}_2$	s	V	
8	3,04	0,21	6,88	3,23	0,21	6,41	-0,19**
15	2,70	0,25	9,41	2,83	0,20	7,09	-0,13*
25	2,54	0,22	8,72	2,67	0,23	8,65	-0,13**
35	2,48	0,19	7,59	2,64	0,22	8,44	-0,16**
45	2,51	0,22	8,74	2,66	0,23	8,46	-0,15**
55	2,48	0,21	8,35	2,62	0,23	8,69	-0,14**
65	2,57	0,20	7,81	2,69	0,22	8,04	-0,12*
75	2,58	0,21	8,21	2,68	0,23	8,74	-0,10*
85	2,66	0,22	8,09	2,75	0,23	8,28	-0,09
95	2,65	0,20	7,64	2,72	0,20	7,42	-0,07
105	2,63	0,19	7,36	2,75	0,21	7,46	-0,12**
115	2,70	0,21	7,74	2,74	0,19	6,69	-0,04
125	2,71	0,19	7,08	2,72	0,21	7,85	-0,01
135	2,65	0,19	7,28	2,66	0,22	8,34	-0,01
145	2,64	0,16	6,10	2,68	0,21	7,78	-0,04
155	2,65	0,25	9,45	2,66	0,21	8,06	-0,01
165	2,66	0,20	7,67	2,64	0,21	7,88	0,02
175	2,68	0,27	10,08	2,70	0,26	9,48	-0,02
185	2,67	0,25	9,30	2,70	0,26	9,68	-0,03
195	2,67	0,25	9,46	2,71	0,25	9,04	-0,04
205	2,73	0,26	9,66	2,78	0,28	10,10	-0,05
215	2,77	0,24	8,74	2,77	0,25	9,18	0
225	2,84	0,26	9,05	2,85	0,24	8,56	-0,01
235	2,86	0,28	9,73	2,82	0,26	9,29	0,04
245	2,85	0,27	9,37	2,90	0,27	9,36	-0,05
255	2,88	0,23	7,88	2,97	0,28	9,49	-0,09
265	2,97	0,30	10,08	3,05	0,31	10,14	-0,08
275	3,07	0,36	11,69	3,11	0,32	10,27	-0,04
285	3,11	0,33	10,53	3,17	0,39	12,22	-0,06
295	3,21	0,40	12,46	3,24	0,39	12,12	-0,03
305	3,25	0,40	12,35	3,21	0,36	11,27	+0,04
Ø	2,73	0,31	11,21	2,80	0,30	10,89	-0,07**

*) $p \leq 0,05$; **) $p \leq 0,01$;

Tabelle III: Der Gehalt an Serumprotein (%) in den Morgen- und Abendgemelken im Verlauf der Laktation von 29 schwarzbunten Kühen (n=1210)

Laktations- tage	Morgengemelk			Abendgemelk			Differenz $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$
	$\bar{x}_1$	s	V	$\bar{x}_2$	s	V	
8	0,45	0,13	28,37	0,47	0,11	23,39	-0,02
15	0,41	0,10	23,52	0,43	0,14	33,33	-0,02
25	0,39	0,12	30,16	0,43	0,11	24,54	-0,04
35	0,35	0,12	34,19	0,41	0,10	24,86	-0,06*
45	0,38	0,10	25,97	0,42	0,10	23,72	-0,04
55	0,41	0,10	23,30	0,44	0,10	22,70	-0,03
65	0,41	0,12	29,78	0,39	0,11	27,58	0,02
75	0,42	0,11	26,74	0,44	0,11	25,24	-0,02
85	0,41	0,12	28,55	0,46	0,11	23,69	-0,05
95	0,45	0,14	30,17	0,45	0,11	24,75	0
105	0,48	0,13	26,45	0,48	0,13	27,32	0
115	0,48	0,13	26,84	0,51	0,11	22,15	-0,03
125	0,48	0,14	28,68	0,49	0,11	22,39	-0,01
135	0,49	0,10	19,98	0,55	0,10	17,69	-0,06*
145	0,50	0,11	23,04	0,51	0,11	22,26	-0,01
155	0,51	0,14	27,72	0,52	0,11	21,76	-0,01
165	0,50	0,11	21,87	0,52	0,10	20,01	-0,02
175	0,52	0,09	17,31	0,54	0,11	21,03	-0,02
185	0,53	0,11	20,75	0,55	0,11	19,10	-0,02
195	0,49	0,12	23,87	0,54	0,11	19,86	-0,02
205	0,53	0,11	21,37	0,53	0,14	25,54	0
215	0,52	0,11	20,79	0,54	0,12	22,00	-0,02
225	0,55	0,10	18,93	0,58	0,08	14,33	-0,03
235	0,55	0,09	17,18	0,59	0,11	17,87	-0,04
245	0,56	0,10	17,69	0,58	0,16	27,17	-0,02
255	0,58	0,10	17,10	0,62	0,13	21,09	-0,04
265	0,57	0,10	18,48	0,62	0,12	18,86	-0,05*
275	0,59	0,12	20,33	0,60	0,12	19,83	-0,01
285	0,59	0,12	20,82	0,66	0,12	17,53	-0,07*
295	0,60	0,10	15,99	0,61	0,13	21,98	-0,01
305	0,62	0,10	15,72	0,64	0,16	25,37	-0,02
$\bar{\sigma}$	0,50	0,13	26,03	0,52	0,13	25,66	-0,02**

*) $p \leq 0,05$; **) $p \leq 0,01$;

Tabelle IV: Der Gehalt an NPN (mg/100 ml) in den Morgen- und Abendgemelken im Verlauf der Laktation von 29 schwarzbunten Kühen (n=1210)

Laktations- tage	Morgengemelk			Abendgemelk			Differenz $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$
	$\bar{x}_1$	s	V	$\bar{x}_2$	s	V	
8	53,4	15,7	30,54	39,2	22,0	57,57	14,2
15	36,1	18,8	52,24	36,1	23,5	66,50	0
25	37,7	23,5	63,24	25,1	17,3	65,70	12,6*
35	37,7	22,0	58,28	26,7	14,1	54,60	10,0*
45	29,8	18,8	63,05	26,7	18,8	67,77	3,2
55	31,4	17,3	53,85	26,7	17,3	64,63	4,7
65	34,5	22,0	64,67	29,8	18,8	64,40	4,7
75	33,0	23,5	73,61	29,8	14,1	50,10	3,2
85	29,8	20,4	65,09	26,7	18,8	71,60	3,2
95	31,4	20,4	64,11	31,4	18,8	59,83	0
105	29,8	20,4	67,03	23,5	20,4	82,52	6,3
115	29,8	22,0	72,03	22,0	15,7	72,21	7,8
125	28,3	20,4	71,42	22,0	17,3	78,44	6,3
135	26,7	20,4	78,88	20,4	20,4	96,55	6,3
145	26,7	23,5	90,17	23,5	17,3	71,69	3,2
155	25,1	22,0	89,19	18,8	10,4	55,32	6,3
165	20,4	17,3	83,00	20,4	17,3	82,51	0
175	20,4	12,6	62,06	18,8	18,8	98,85	1,6
185	22,0	15,7	73,78	18,8	17,3	91,58	3,2
195	26,7	14,1	53,20	17,3	12,6	73,29	9,4**
205	18,8	15,7	82,21	20,4	18,8	94,26	-1,6
215	22,0	14,1	66,28	18,8	11,0	62,51	3,2
225	18,8	11,0	59,06	15,7	9,4	61,15	3,1
235	22,0	12,6	54,92	14,1	11,0	70,61	7,9*
245	29,8	18,8	60,62	23,5	15,7	63,68	6,3*
255	23,5	15,7	68,57	18,8	12,6	65,33	4,7
265	25,1	14,1	54,15	18,8	11,0	62,58	6,9*
275	26,7	12,6	48,59	18,8	14,1	59,54	7,9*
285	26,7	14,1	53,85	22,0	17,3	77,43	4,7
295	23,5	14,1	60,66	25,1	15,7	64,37	-1,6
305	23,5	11,0	46,51	26,7	15,7	59,33	-3,2
$\bar{\rho}$	26,7	18,8	70,41	22,0	17,3	78,63	4,7**

*) $p \leq 0,05$; **) $p \leq 0,01$;

Tabelle V: Der Gehalt an Serumalbumin (R-Wert) in den Morgen- und Abendgemelken im Verlauf der Laktation von 29 schwarzbunten Kühen (n=1210)

Laktations- tage	Morgengemelk			Abendgemelk			Differenz $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$
	$\bar{x}_1$	s	V	$\bar{x}_2$	s	V	
8	2,67	2,58	96,69	3,25	2,66	81,74	-0,58
15	3,44	1,88	54,53	3,80	2,17	57,05	-0,36
25	3,67	2,11	57,66	4,07	2,20	53,99	-0,40
35	3,20	1,93	60,30	3,80	1,47	38,78	-0,60
45	3,07	2,08	67,93	3,39	1,75	51,66	-0,32
55	4,56	2,61	57,14	4,28	2,35	54,86	0,28
65	4,63	2,50	54,02	2,94	2,22	75,50	1,69*
75	3,43	1,72	50,12	3,64	1,26	34,52	-0,21
85	3,13	2,23	71,18	3,88	1,87	48,09	-0,75
95	4,77	1,95	40,79	3,96	1,81	45,80	0,81
105	4,35	1,92	44,09	4,00	2,38	59,57	0,35
115	4,09	1,57	38,40	4,27	1,38	42,81	-0,18
125	4,87	2,33	47,84	4,87	2,20	45,19	0
135	4,00	1,83	45,62	4,73	1,46	30,81	-0,73
145	4,30	1,96	45,56	4,15	1,96	47,15	0,15
155	4,47	2,33	52,13	5,04	2,22	44,02	-0,57
165	4,84	2,28	47,08	4,77	2,28	47,69	0,07
175	4,18	1,94	46,44	4,13	1,57	37,90	0,05
185	4,50	1,91	42,36	4,52	1,89	41,81	-0,02
195	4,16	2,05	49,19	4,00	1,69	42,28	0,16
205	4,41	1,54	34,97	4,49	2,29	51,08	-0,08
215	4,52	3,15	69,78	4,33	2,00	46,14	0,19
225	4,09	1,68	40,98	4,18	2,02	48,38	-0,09
235	3,96	1,75	44,24	4,16	1,61	38,73	-0,20
245	3,81	1,89	49,55	3,81	1,61	42,43	0
255	3,97	2,10	52,83	3,91	1,93	49,28	0,06
265	3,84	1,68	43,62	3,70	1,56	42,24	0,14
275	3,77	1,61	42,56	3,74	1,65	44,14	0,03
285	3,53	1,65	46,73	3,83	1,70	44,42	-0,30
295	3,20	1,32	41,33	2,77	1,43	51,65	0,43
305	2,94	1,30	44,26	2,94	1,11	37,70	0
Ø	4,05	2,04	50,24	4,05	1,90	46,98	0

*) $p \leq 0,05$;

Tabelle Va: Der Gehalt an Serumalbumin in den Morgen- und Abendgemelken im Verlauf der Laktation von 29 schwarzbunten Kühen (n=1210)

Laktations-tage	Morgengemelk			Abendgemelk			Differenz $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$
	$\bar{x}_1$	s	V	$\bar{x}_2$	s	V	
8	0,013	0,009	70,1	0,014	0,009	65,1	-0,001
15	0,014	0,007	48,7	0,014	0,007	46,5	0
25	0,012	0,005	43,9	0,019	0,012	64,5	-0,007
35	0,012	0,008	67,6	0,015	0,008	53,6	-0,003
45	0,010	0,006	63,6	0,015	0,008	54,6	-0,005
55	0,019	0,012	64,4	0,018	0,006	35,8	0,001
65	0,019	0,009	45,8	0,012	0,010	80,9	0,007
75	0,016	0,009	58,2	0,017	0,008	47,2	-0,001
85	0,013	0,010	75,2	0,022	0,012	57,5	-0,009
95	0,023	0,011	47,3	0,020	0,007	37,0	0,003
105	0,022	0,011	50,6	0,022	0,016	70,8	0
115	0,020	0,010	48,6	0,023	0,010	44,5	-0,003
125	0,023	0,012	51,2	0,026	0,014	54,7	-0,003
135	0,020	0,010	49,5	0,027	0,010	39,3	-0,007
145	0,021	0,011	53,6	0,022	0,012	54,7	-0,001
155	0,025	0,017	66,5	0,028	0,012	44,1	0,003
165	0,024	0,012	51,0	0,026	0,012	47,7	-0,002
175	0,023	0,012	50,5	0,022	0,011	48,4	0,001
185	0,024	0,011	46,9	0,026	0,012	47,1	-0,002
195	0,020	0,011	53,8	0,022	0,010	47,6	-0,002
205	0,023	0,008	36,7	0,024	0,014	57,4	-0,001
215	0,021	0,011	52,1	0,024	0,012	51,8	-0,003
225	0,022	0,009	42,1	0,024	0,012	47,8	-0,002
235	0,022	0,010	48,8	0,025	0,009	38,2	-0,003
245	0,022	0,012	53,5	0,022	0,012	52,8	0
255	0,023	0,013	55,0	0,024	0,012	50,3	-0,001
265	0,023	0,012	50,8	0,023	0,011	48,5	0
275	0,022	0,012	54,1	0,023	0,011	47,1	-0,001
285	0,021	0,009	43,6	0,025	0,012	48,7	-0,004
295	0,020	0,009	46,9	0,017	0,010	60,8	0,003
305	0,018	0,010	53,3	0,017	0,008	51,9	0,001
ϕ	0,021	0,011	53,0	0,022	0,011	51,9	-0,001

Tabelle VI: Der Gehalt an β -Lactoglobulin (R-Wert) in den Morgen- und Abendgemelken im Verlauf der Laktation von 29 schwarzbunten Kühen (n=1210)

Laktations- tage	Morgengemelk			Abendgemelk			Differenz $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$
	$\bar{x}_1$	s	v	$\bar{x}_2$	s	v	
8	59,00	11,97	20,28	54,50	6,14	11,27	4,50
15	52,67	5,27	10,00	51,00	8,00	15,69	1,67
25	52,67	9,56	18,15	54,07	11,02	20,38	-1,40
35	52,00	8,41	16,17	53,40	7,73	14,47	-1,40
45	54,20	9,65	17,18	53,17	11,11	20,90	1,03
55	54,44	8,76	16,10	53,44	8,72	16,31	1,00
65	51,69	8,35	16,15	50,33	8,20	16,29	1,36
75	59,57	8,76	14,71	53,00	8,84	16,68	6,57*
85	51,87	9,84	18,97	54,29	8,91	16,41	-2,42
95	55,19	9,03	16,37	53,64	8,04	14,98	1,55
105	52,69	12,90	24,48	54,85	8,85	16,14	-1,16
115	53,59	7,53	14,05	53,77	8,45	15,71	-0,18
125	51,40	8,09	15,74	49,29	8,33	16,90	2,11
135	54,80	5,77	10,54	54,31	6,63	12,21	0,49
145	53,03	8,01	15,11	53,94	7,92	14,68	-0,91
155	52,80	7,39	14,00	49,88	9,07	18,18	2,92
165	52,22	6,29	12,05	50,26	7,65	15,22	1,96
175	54,91	7,92	14,41	53,48	6,98	13,04	1,43
185	52,43	6,09	11,61	50,91	6,11	12,00	1,52
195	51,62	8,53	16,52	52,00	8,07	15,51	-0,38
205	52,09	7,69	14,76	51,23	8,70	16,98	0,86
215	53,00	7,97	15,03	53,16	7,88	14,82	-0,16
225	53,71	5,99	11,15	53,24	6,00	11,27	0,47
235	53,02	6,69	12,62	52,11	7,03	13,48	0,91
245	52,33	7,22	13,80	52,00	7,51	14,45	0,33
255	52,58	5,94	11,30	52,32	7,78	14,88	0,26
265	51,51	7,43	14,42	51,20	7,64	14,92	0,31
275	49,71	7,31	14,70	49,32	7,66	15,53	0,39
285	52,00	9,65	18,56	51,54	8,58	16,65	0,46
295	50,73	9,15	18,04	51,63	6,03	11,68	-0,90
305	49,89	8,71	17,46	49,72	8,30	16,70	0,17
$\bar{\phi}$	52,78	8,07	15,29	52,13	7,93	15,20	0,65

*) $p \leq 0,05$;

Tabelle VIa: Der Gehalt an β -Lactoglobulin in den Morgen- und Abendgemelken im Verlauf der Laktation von 29 schwarzbunten Kühen (n=1210)

Laktations- tage	Morgengemelk			Abendgemelk			Differenz $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$
	$\bar{x}_1$	s	V	$\bar{x}_2$	s	V	
8	0,282	0,085	30,3	0,266	0,098	36,8	0,016
15	0,230	0,039	17,1	0,216	0,074	34,3	0,014
25	0,194	0,076	39,5	0,240	0,087	36,1	-0,046
35	0,185	0,074	40,5	0,205	0,058	28,3	-0,020
45	0,214	0,042	19,9	0,215	0,045	20,9	-0,001
55	0,217	0,069	31,8	0,234	0,093	40,0	-0,017
65	0,221	0,062	27,9	0,214	0,060	28,2	0,007
75	0,270	0,062	22,8	0,246	0,064	26,1	0,024
85	0,221	0,072	32,5	0,280	0,066	23,5	-0,059
95	0,271	0,100	36,8	0,268	0,075	27,8	0,003
105	0,276	0,075	27,4	0,295	0,106	35,9	-0,019
115	0,272	0,066	24,3	0,296	0,067	22,8	-0,024
125	0,255	0,072	28,2	0,251	0,059	23,6	0,004
135	0,265	0,058	21,9	0,292	0,059	19,3	-0,027
145	0,263	0,068	25,8	0,289	0,056	19,2	-0,026
155	0,282	0,064	22,9	0,274	0,059	21,6	0,008
165	0,264	0,073	27,6	0,264	0,064	24,2	0
175	0,286	0,056	19,7	0,290	0,074	25,5	-0,004
185	0,282	0,068	24,1	0,290	0,054	18,5	-0,008
195	0,258	0,081	31,5	0,279	0,066	23,6	-0,021
205	0,277	0,085	30,8	0,269	0,082	30,6	0,008
215	0,274	0,077	28,3	0,286	0,072	25,1	-0,012
225	0,297	0,064	21,7	0,312	0,052	16,8	-0,015
235	0,290	0,060	20,5	0,310	0,080	25,8	-0,020
245	0,293	0,071	24,2	0,305	0,134	34,2	-0,013
255	0,303	0,063	20,9	0,323	0,084	26,0	-0,020
265	0,293	0,073	25,0	0,314	0,070	22,4	-0,021
275	0,293	0,070	23,8	0,299	0,083	27,7	-0,006
285	0,310	0,083	26,9	0,342	0,084	24,7	-0,032
295	0,312	0,076	24,4	0,318	0,084	26,4	-0,006
305	0,313	0,063	20,1	0,313	0,062	19,8	0
ϕ	0,276	0,075	27,3	0,286	0,079	27,6	-0,010

Tabelle VII: Der Gehalt an α -Lactalbumin (R-Wert) in den Morgen- und Abendgemelken im Verlauf der Laktation von 29 schwarzbunten Kühen (n=1210)

Laktations- tage	Morgengemelk			Abendgemelk			Differenz $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$
	$\bar{x}_1$	s	v	$\bar{x}_2$	s	v	
8	27,50	4,32	15,72	30,62	3,16	10,32	-3,12
15	33,44	4,48	13,38	32,20	4,15	12,88	1,24
25	31,83	5,71	17,94	30,43	7,06	23,19	1,40
35	29,70	4,14	13,93	28,47	4,67	16,42	1,23
45	31,27	5,36	17,16	29,56	5,78	19,57	1,71
55	30,50	5,66	18,55	29,28	4,10	14,00	1,22
65	30,50	7,05	23,12	30,60	4,22	13,80	-0,10
75	28,10	2,77	9,87	27,59	5,01	18,16	0,51
85	32,33	4,19	12,95	28,82	5,42	18,81	3,51*
95	28,65	6,16	21,51	30,16	4,52	14,97	-1,51
105	31,15	4,99	16,00	30,20	5,81	19,24	0,95
115	27,82	4,74	17,03	30,45	4,55	14,95	-2,63
125	30,33	3,78	12,47	28,81	4,50	15,61	1,52
135	28,93	4,62	15,95	27,92	5,23	18,73	1,01
145	28,45	5,34	18,76	29,00	5,84	20,12	-0,55
155	27,87	5,96	21,40	28,35	5,80	20,47	-0,48
165	28,86	5,06	17,52	28,40	5,81	20,46	0,46
175	27,06	4,20	15,51	28,58	5,20	18,20	-1,52
185	27,40	5,02	18,33	27,61	6,20	22,46	-0,21
195	26,84	4,65	17,33	27,11	4,40	16,22	-0,27
205	27,94	5,76	20,61	30,11	7,28	24,17	-2,17
215	27,17	6,95	25,60	27,00	5,32	16,69	0,17
225	28,15	6,04	21,44	28,65	6,25	21,81	-0,50
235	26,66	6,33	23,74	26,39	7,29	27,62	0,27
245	28,40	7,27	25,60	28,34	7,94	28,00	0,06
255	25,88	5,16	19,93	25,21	5,17	20,51	0,67
265	27,84	8,46	30,39	28,37	7,69	27,09	-0,53
275	24,81	5,68	22,91	25,26	6,81	26,97	-0,45
285	26,62	7,32	27,49	26,76	6,78	25,35	-0,14
295	29,73	8,14	27,36	30,67	8,45	27,55	-0,94
305	24,72	5,96	24,10	25,56	6,12	23,94	-0,84
$\emptyset$	28,18	6,08	21,59	28,23	6,19	21,92	-0,05

*) $p \leq 0,05$;

Tabelle VIIa: Der Gehalt an α -Lactalbumin in den Morgen- und Abendgemelken im Verlauf der Laktation von 29 schwarzbunten Kühen (n=1210)

Laktations- tage	Morgengemelk			Abendgemelk			Differenz $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$
	$\bar{x}_1$	s	V	$\bar{x}_2$	s	V	
8	0,130	0,032	24,4	0,147	0,045	30,8	-0,017
15	0,145	0,019	13,0	0,137	0,048	35,5	+0,008
25	0,122	0,040	33,4	0,132	0,044	33,0	-0,010
35	0,105	0,035	33,6	0,116	0,032	27,5	-0,011
45	0,120	0,035	28,9	0,131	0,041	31,0	-0,011
55	0,124	0,041	33,5	0,125	0,027	21,5	-0,001
65	0,126	0,047	37,2	0,128	0,037	29,0	-0,002
75	0,129	0,029	22,7	0,125	0,031	24,8	+0,004
85	0,136	0,037	26,9	0,142	0,028	20,2	-0,006
95	0,140	0,050	35,6	0,149	0,037	24,8	-0,009
105	0,156	0,049	31,1	0,160	0,050	31,7	-0,004
115	0,139	0,040	28,4	0,164	0,033	20,2	-0,025
125	0,150	0,040	26,9	0,152	0,041	27,0	-0,002
135	0,139	0,031	22,5	0,155	0,033	21,2	-0,016
145	0,141	0,035	25,1	0,157	0,039	25,1	-0,016
155	0,145	0,050	34,2	0,154	0,030	19,8	-0,009
165	0,146	0,045	30,7	0,149	0,038	25,2	-0,003
175	0,144	0,035	24,1	0,157	0,039	24,7	-0,013
185	0,145	0,031	21,2	0,156	0,043	27,5	-0,011
195	0,135	0,043	31,9	0,147	0,034	22,8	-0,012
205	0,147	0,037	25,1	0,160	0,057	35,7	-0,013
215	0,137	0,032	23,5	0,147	0,042	28,5	-0,010
225	0,155	0,041	26,3	0,165	0,040	24,2	-0,010
235	0,146	0,043	29,3	0,155	0,047	30,4	-0,009
245	0,159	0,049	30,9	0,164	0,061	37,2	-0,005
255	0,149	0,041	27,3	0,157	0,048	30,8	-0,008
265	0,159	0,057	36,0	0,174	0,059	33,7	-0,015
275	0,145	0,038	26,0	0,150	0,043	28,4	-0,005
285	0,155	0,054	35,1	0,179	0,062	34,6	-0,024
295	0,180	0,059	32,7	0,182	0,055	30,2	-0,002
305	0,145	0,030	20,8	0,157	0,043	27,7	-0,012
$\emptyset$	0,145	0,043	30,0	0,154	0,046	30,1	-0,009

Tabelle VIII: Der Gehalt an Immunprotein (R-Wert) in den Morgen- und Abendgemelken im Verlauf der Laktation von 29 schwarz-bunten Kühen (n=1210)

Laktations-tage	Morgengemelk			Abendgemelk			Differenz $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$
	$\bar{x}_1$	s	V	$\bar{x}_2$	s	V	
8	10,17	8,40	82,59	11,38	7,13	62,66	-1,21
15	10,56	4,45	42,13	12,40	7,70	62,10	-1,84
25	11,17	9,36	83,79	10,86	8,37	77,09	0,31
35	14,50	9,62	66,33	13,13	7,04	53,60	1,37
45	10,67	7,96	74,64	13,28	9,33	70,24	-2,61
55	9,88	7,69	77,89	12,50	6,98	55,85	-2,62
65	13,00	7,75	59,65	15,53	8,25	53,14	-2,53
75	8,71	7,69	88,22	15,00	7,71	15,43	-6,29**
85	12,20	9,08	74,43	12,65	7,15	56,53	-0,45
95	10,88	6,51	59,78	11,95	6,07	50,77	-1,07
105	8,81	6,85	77,79	10,05	5,79	57,61	-1,24
115	13,73	7,78	56,70	10,22	7,61	74,51	3,51
125	12,63	7,86	62,23	16,26	8,90	54,74	-3,63
135	11,43	7,19	62,88	12,23	7,01	57,31	-0,80
145	13,58	9,30	68,47	12,27	9,40	76,60	1,31
155	14,13	8,00	56,62	15,77	9,83	62,34	-1,64
165	13,05	6,67	51,07	15,94	7,63	47,86	-2,89
175	12,85	7,57	58,95	12,68	5,32	41,95	0,17
185	14,57	7,48	51,36	15,88	7,17	45,13	-1,21
195	16,24	10,00	61,55	16,00	9,19	57,43	0,24
205	14,50	8,52	58,72	13,37	8,88	66,42	1,13
215	14,29	8,86	62,03	14,91	8,81	59,05	-0,62
225	13,00	7,74	59,55	13,12	7,37	56,20	-0,12
235	15,34	8,01	52,22	16,02	7,27	45,36	-0,68
245	14,57	8,42	57,80	15,24	9,28	60,88	-0,67
255	16,82	6,68	39,73	18,00	8,33	46,26	-1,18
265	15,93	9,81	61,55	16,00	9,33	58,33	-0,07
275	20,87	8,31	39,79	20,71	7,82	37,77	0,16
285	16,95	10,10	59,59	17,12	9,78	57,11	-0,17
295	15,47	8,43	54,51	14,17	8,41	59,35	1,30
305	21,39	10,58	49,45	20,89	10,76	51,53	0,50
ϕ	14,09	8,61	61,15	14,80	8,49	57,40	-0,71

**) $p \leq 0,01$;

Tabelle VIIla: Der Gehalt an Immunprotein in den Morgen- und Abendgemelken im Verlauf der Laktation von 29 schwarzbunten Kühen (n=1210)

Laktations-tage	Morgengemelk			Abendgemelk			Differenz $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$
	$\bar{x}_1$	s	V	$\bar{x}_2$	s	V	
8	0,049	0,047	97,2	0,052	0,028	53,6	-0,003
15	0,048	0,025	52,7	0,055	0,047	86,2	-0,007
25	0,043	0,028	63,4	0,049	0,043	87,5	-0,006
35	0,054	0,035	65,0	0,054	0,035	66,0	0
45	0,047	0,043	91,4	0,067	0,046	67,9	-0,020
55	0,043	0,036	83,2	0,052	0,027	51,0	-0,009
65	0,053	0,042	80,0	0,060	0,034	56,4	-0,007
75	0,043	0,042	95,6	0,070	0,040	57,5	-0,027
85	0,054	0,047	87,7	0,069	0,043	62,3	-0,015
95	0,052	0,033	63,4	0,059	0,030	50,2	-0,007
105	0,051	0,037	72,6	0,052	0,033	63,9	-0,001
115	0,064	0,040	62,8	0,058	0,049	84,3	+0,006
125	0,065	0,046	70,2	0,087	0,057	65,1	-0,022
135	0,061	0,042	69,2	0,075	0,041	55,4	-0,014
145	0,072	0,050	69,8	0,071	0,059	84,0	+0,001
155	0,078	0,050	63,2	0,091	0,059	64,3	-0,013
165	0,063	0,036	56,9	0,085	0,044	52,3	-0,022
175	0,068	0,044	64,4	0,066	0,033	49,6	+0,002
185	0,080	0,047	58,4	0,093	0,046	49,3	-0,013
195	0,079	0,049	61,8	0,089	0,054	61,4	-0,010
205	0,077	0,051	65,8	0,071	0,049	68,8	+0,006
215	0,080	0,050	62,8	0,086	0,047	54,3	-0,006
225	0,074	0,050	67,8	0,075	0,047	63,2	-0,001
235	0,085	0,048	57,1	0,094	0,047	49,7	-0,009
245	0,081	0,048	59,8	0,084	0,050	60,0	-0,003
255	0,098	0,040	41,1	0,111	0,059	53,0	-0,013
265	0,090	0,055	61,6	0,101	0,064	62,7	-0,011
275	0,122	0,060	48,7	0,123	0,052	42,6	-0,001
285	0,104	0,068	65,5	0,109	0,061	56,2	-0,005
295	0,094	0,052	55,3	0,087	0,056	64,2	+0,007
305	0,136	0,072	53,2	0,137	0,094	68,9	-0,001
ϕ	0,076	0,051	67,4	0,084	0,053	63,9	-0,008

Tabelle IX: Durchschnittlicher Gehalt der Milch an stickstoffhaltigen Bestandteilen für die untersuchten Laktationen*)

Kuh-Nr.	Gesamteiweiß (%)		Kasein (%)		Serumprotein (%)		NPN (mg/100ml)	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	3,70	0,21	2,96	0,18	0,54	0,13	33,0	20,4
2	3,69	0,40	2,96	0,33	0,56	0,13	26,7	18,8
3	3,66	0,31	2,96	0,27	0,51	0,15	29,8	18,8
4	3,61	0,34	2,97	0,26	0,49	0,14	25,1	12,6
5	3,57	0,44	2,93	0,28	0,50	0,14	25,1	22,0
6	3,57	0,33	2,94	0,25	0,47	0,12	25,1	15,7
7	3,56	0,18	2,92	0,16	0,49	0,09	23,5	15,7
8	3,51	0,46	2,83	0,40	0,49	0,12	29,8	17,3
9	3,50	0,23	2,79	0,22	0,49	0,13	34,5	23,5
10	3,49	0,23	2,80	0,22	0,51	0,13	26,7	17,3
11	3,48	0,37	2,78	0,34	0,50	0,15	33,0	23,5
12	3,48	0,36	2,85	0,28	0,50	0,15	20,4	12,6
13	3,47	0,27	2,77	0,18	0,53	0,18	34,5	19,8
14	3,46	0,17	2,76	0,19	0,56	0,10	23,5	18,8
15	3,42	0,36	2,86	0,29	0,42	0,12	20,4	14,1
16	3,41	0,48	2,72	0,41	0,53	0,16	26,7	20,4
17	3,40	0,33	2,74	0,24	0,53	0,12	22,0	15,7
18	3,39	0,29	2,72	0,22	0,51	0,14	26,7	17,3
19	3,38	0,48	2,75	0,38	0,52	0,13	17,3	14,1
20	3,37	0,27	2,67	0,22	0,54	0,10	26,7	15,7
21	3,36	0,14	2,78	0,14	0,51	0,10	17,3	12,6
22	3,35	0,36	2,69	0,32	0,52	0,12	23,5	15,7
23	3,35	0,26	2,64	0,22	0,57	0,12	23,5	15,7
24	3,31	0,31	2,70	0,27	0,49	0,11	20,4	14,1
25	3,29	0,42	2,60	0,35	0,53	0,15	23,5	17,3
26	3,24	0,24	2,62	0,21	0,51	0,11	18,8	12,6
27	3,18	0,27	2,56	0,24	0,49	0,14	23,5	18,8
28	3,12	0,33	2,51	0,28	0,47	0,12	20,4	15,7
29	3,12	0,30	2,41	0,23	0,56	0,12	23,5	14,1
Ø	3,43	0,36	2,77	0,31	0,51	0,13	25,0	16,0

*) geordnet nach dem Gehalt der Milch an Gesamteiweiß;

Tabelle X: Durchschnittlicher Gehalt des Milchserums an den untersuchten Eiweißfraktionen (R-Wert) im Durchschnitt individueller Laktationen

Kuh-Nr.	Serumalbumin		β -Lactoglobulin		α -Lactalbumin		Immunprotein	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
1	3,5	1,64	59,9	6,71	25,0	3,81	10,8	6,75
2	3,4	1,13	53,7	4,98	28,2	6,05	13,8	7,47
3	5,4	1,72	52,1	6,27	24,8	6,22	16,7	8,07
4	3,4	1,65	54,9	5,07	29,2	4,82	11,6	7,44
5	4,8	1,39	49,9	7,43	30,2	4,52	14,2	7,84
6	4,3	1,87	50,1	7,60	30,6	5,34	14,4	9,02
7	4,2	2,30	48,4	10,46	28,0	6,66	18,9	4,02
8	2,9	1,93	58,4	7,73	25,0	5,92	12,7	7,77
9	3,9	1,72	57,4	5,84	25,1	4,17	12,6	7,77
10	3,8	2,12	56,8	8,64	24,2	4,29	14,4	8,28
11	3,6	1,74	48,8	5,99	27,7	5,98	19,0	7,53
12	4,5	1,66	48,6	6,40	30,9	7,70	14,7	8,54
13	2,8	1,48	59,8	6,02	26,6	4,10	9,9	6,55
14	4,6	3,14	48,0	6,35	31,2	5,17	15,7	7,37
15	5,2	2,11	49,2	6,88	30,8	5,93	13,9	8,92
16	3,6	1,60	61,3	7,61	22,9	6,28	11,3	7,33
17	4,9	2,35	47,7	7,45	30,1	6,52	16,5	9,76
18	4,1	1,32	53,8	6,75	28,3	5,17	12,9	8,26
19	3,9	1,97	53,5	7,15	26,5	5,89	15,1	8,57
20	5,0	2,01	49,4	7,05	28,6	5,37	16,1	8,16
21	3,5	1,89	49,2	5,53	32,8	6,06	13,6	8,01
22	3,0	1,53	54,5	5,47	27,0	6,35	14,8	9,42
23	5,0	2,04	55,2	6,96	26,8	4,50	12,0	7,40
24	4,1	1,94	51,7	8,41	28,4	4,43	15,3	8,45
25	4,0	1,94	53,8	8,66	24,8	5,05	15,7	7,85
26	3,4	2,08	48,7	5,20	32,2	6,43	15,0	8,44
27	3,9	1,76	47,7	8,00	31,8	6,18	15,9	9,91
28	4,3	1,53	49,8	5,98	29,3	6,00	16,0	8,35
29	3,6	1,56	53,9	7,78	28,1	5,00	13,4	8,72
ϕ	4,0	1,97	52,5	8,00	28,2	6,14	14,5	8,56

Zum Schluß der Arbeit möchte ich Herrn Prof. Dr. E. Renner für die Überlassung des Themas und für die zahlreichen Ratschläge bei der Auswertung des Zahlenmaterilas herzlich danken.

Ebenso bin ich Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. M. Witt zu großem Dank verpflichtet, da er mir die Möglichkeiten gab, die Untersuchungen im Max-Planck-Institut für Tierzucht und Tierernährung in Mariensee durchzuführen.

Außerdem möchte ich Herrn Privatdozent Dr. B. Senft für die wertvollen Anregungen bei der Durchführung der Versuche und für die jederzeit gern gewährte Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit meinen herzlichsten Dank aussprechen.

L e b e n s l a u f

Am 14. September 1938 wurde ich als Sohn des Landwirts Franc Klobasa und seiner Ehefrau Marije geb. Korosec in Oceslavci/Jugoslawien geboren.

Von 1945 bis 1949 besuchte ich die Volksschule in Kapela und kam dann auf das Klassische Gymnasium in Maribor, wo ich im Juni 1957 die Reifeprüfung ablegte. Im Herbst 1957 wurde ich an der Biotechnischen Fakultät der Universität in Ljubljana immatrikuliert. Hier legte ich im Juli 1965 an der agronomischen Abteilung das Diplomexamen ab.

Das vorgeschriebene Praktikum absolvierte ich auf dem Weingut Kapela/Jugoslawien sowie bei der Firma R. Schmale, Gartengestaltung in Hamburg. Von 1961 bis 1962 arbeitete ich als Werkstudent bei der Hoesch AG in Hohenlimburg/Westfalen. Nach dem Tode meines Vaters übernahm ich von 1962 bis 1967 die Leitung des elterlichen Betriebes. Während dieser Zeit leistete ich auch meine einjährige Militärzeit ab.

Seit 1967 habe ich als Doktorand des Instituts für Tierzucht und Haustiergenetik der Justus Liebig-Universität Gießen die vorliegende Untersuchung im Max-Planck-Institut für Tierzucht und Tierernährung in Mariensee durchgeführt.

